



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Propuesta de diseño de distribución en línea con SLP para
aumentar la capacidad de producción en una planta de grageas
de chocolate**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Roberto Romario PÉREZ YAYA

ASESOR

Oscar Abraham MORALES DA COSTA

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Pérez, R. (2020). *Propuesta de diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Información complementaria (metadatos complementarios)

| | |
|---|---|
| Código ORCID del autor | https://orcid.org/0000-0002-8907-0560 |
| DNI o pasaporte del autor | DNI: 70812308 |
| Código ORCID del asesor | https://orcid.org/0000-0002-8001-8272 |
| DNI o pasaporte del asesor | DNI: 09599576 |
| Grupo de investigación | - |
| Agencia financiadora | País de la agencia financiadora |
| | - |
| | Nombre y siglas de la agencia financiadora |
| | - |
| | Nombre del programa financiero |
| | - |
| | Número de contrato |
| Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación | Lugar |
| | Lima, Lima, Perú |
| | Coordenadas geográficas |
| | -12.043144472165459, -77.07053551566499 |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | 2019 |
| | Ingeniería industrial |
| | http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04 |
| Disciplinas OCDE | Textiles |
| | http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.06 |



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN NO PRESENCIAL N°004-VDAP-FII-2020

SUSTENTACIÓN DE TESIS NO PRESENCIAL (VIRTUAL) PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunidos de manera virtual a través de video conferencia, el día **viernes 04 de diciembre de 2020**, a las 12:00 horas, se dará inicio a la sustentación de la tesis:

PROPUESTA DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LÍNEA CON SLP PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA DE GRAGEAS DE CHOCOLATE

Que presenta el Bachiller:

ROBERTO ROMARIO PÉREZ YAYA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria**.

Luego de la exposición virtual, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 13:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con la calificación promedio de **DIECISÉIS (16)**, lo cual se comunicó públicamente.

MG. MAVILA HINOJOZA DANIEL HUMBERTO
Presidente

ING. MEDINA ESCUDERO ANA MARÍA
Miembro

Lima, 04 de diciembre del 2020

ING. MENDOZA ALTEZ EDGARDO AURELIO
Miembro

MG. MORALES DA COSTA OSCAR ABRAHAM
Asesor



UNMSM

Firmado digitalmente por RAEZ
GUEVARA Luis Rolando FAU
20148092292 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15.12.2020 20:42:23 -05:00

MG. RAEZ GUEVARA LUIS ROLANDO
Videcedano Académico – FII

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el (la) Bachiller **Roberto Romario Pérez Yaya**, denominada:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LÍNEA CON SLP PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA DE GRAGEAS DE CHOCOLATE”

Ing. Oscar Abraham Morales Da Costa
ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

DEDICATORIA

A mis padres, mi hermano, mis abuelos y toda mi familia, por ser mi felicidad y motivo en la vida.

En especial a mi madre, por enseñarme siempre a afrontar cada reto con perseverancia y dedicación.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su infinito amor y por ser mi motivación y apoyo en todo momento.

A mis profesores de la facultad, por compartir conmigo sus conocimientos. En especial al Ing. Morales y al Ing. Mendoza, por su guía en este trabajo.

A la Facultad de Ingeniería Industrial y mi querida UNMSM, por ser el lugar en donde me formé profesionalmente y tuve una de las mejores experiencias de mi vida.

A todos mis amigos, por su invaluable amistad y compañía todos estos años.

A mis ex compañeros de trabajo, por sus acertados consejos y muestras de afecto.

RESUMEN

La presente investigación se elaboró en respuesta a la demanda actual de grageas de chocolate, la cual se estima que tendrá una tendencia creciente y requiere una especial atención en una planta de producción para abastecer al mercado con el volumen solicitado. Por ello, se tiene como objetivo proponer un diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de producción de una planta de grageas de chocolate; para esto, se optó por un método no experimental y un diseño descriptivo comparativo, recogiendo los datos directamente de la observación en campo y describiéndose la realidad de la planta de forma cuantitativa. Dichos datos brindaron el soporte necesario para la elaboración de un nuevo diseño de distribución en línea siguiendo la metodología SLP, permitiendo analizar el cambio en la capacidad de la planta a través del cálculo de indicadores de producción. Con el estudio se concluyó que, con un alcance de la metodología SLP en 4 de 6 pasos aplicados a la propuesta, se estima un aumento de la capacidad de producción en un 56.09% en la planta de grageas de chocolate, esto debido a que presenta mejoras en sus tres dimensiones: recurso humano, productividad y tiempos de ciclo.

Palabras clave: Distribución en línea, capacidad de producción, indicadores, recurso humano, productividad, tiempos de ciclo.

ABSTRACT

This research was developed in response to the current demand for chocolate dragees, which is estimated to have a growing trend and requires special attention in a production plant to supply the market with the requested volume. Therefore, the objective is to propose a distribution design in line with SLP to increase the production capacity of a chocolate dragee plant; for this, a non-experimental method and a comparative descriptive design were chosen, collecting data directly from field observation and describing the reality of the plant in a quantitative way. This data provided the necessary support for the elaboration of a new distribution design in line following the SLP methodology, allowing the analysis of the change in plant capacity through the calculation of production indicators. The study concluded that, with a scope of the SLP methodology in 4 of 6 steps applied to the proposal, an increase in production capacity of 56.09% is estimated at the chocolate dragee plant, this because it presents improvements in its three dimensions: human resources, productivity and cycle times.

Key words: Distribution in line, production capacity, indicators, human resources, productivity, cycle times.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTO..... | IV |
| RESUMEN | V |
| ABSTRACT | VI |
| ÍNDICE..... | VII |
| CUADRO DE TABLAS Y FIGURAS | XI |
| INTRODUCCIÓN | XIII |
| I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.1. Descripción de la realidad del problema | 15 |
| 1.2. Definición del problema..... | 18 |
| 1.2.1. <i>Problema General</i> | 18 |
| 1.2.2. <i>Problemas Específicos</i> | 18 |
| 1.3. Justificación e importancia de la investigación..... | 19 |
| 1.3.1. <i>Justificación Teórica</i> | 19 |
| 1.3.2. <i>Justificación Práctica</i> | 19 |
| 1.3.3. <i>Justificación Metodológica</i> | 19 |
| 1.4. Objetivos de la investigación | 20 |
| 1.4.1. <i>Objetivo General</i> | 20 |
| 1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> | 20 |
| II. MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 21 |
| 2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i> | 21 |
| 2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i> | 23 |
| 2.2. Bases teóricas | 25 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.2.1. | <i>Distribución de planta.</i> | 25 |
| 2.2.2. | <i>Capacidad de producción.</i> | 37 |
| 2.3. | Marco conceptual | 41 |
| III. | FORMULACIÓN DE HIPOTESIS. | 43 |
| 3.1. | Hipótesis General | 43 |
| 3.2. | Hipótesis Específicas. | 43 |
| 3.3. | Variables. | 43 |
| IV. | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. | 44 |
| 4.1. | Tipo de Investigación | 44 |
| 4.2. | Diseño de la Investigación | 44 |
| 4.3. | Población y Muestra. | 45 |
| 4.4. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 45 |
| 4.4.1. | <i>Observación estructurada.</i> | 46 |
| 4.4.2. | <i>Checklist de implementación SLP.</i> | 46 |
| 4.4.3. | <i>Toma de tiempos.</i> | 46 |
| 4.5. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 47 |
| 4.5.1. | <i>Diagrama de operaciones del proceso.</i> | 47 |
| 4.5.2. | <i>Diagrama de análisis del proceso.</i> | 48 |
| 4.5.3. | <i>Mapa de Flujo de Valor (VSM).</i> | 48 |
| 4.5.4. | <i>Diagrama relacional gráfico.</i> | 48 |
| 4.5.5. | <i>Diagrama de relaciones representado.</i> | 48 |
| 4.5.6. | <i>Layout de distribución.</i> | 49 |
| 4.5.7. | <i>Balance de línea.</i> | 49 |
| 4.5.8. | <i>Hoja de cálculo.</i> | 49 |
| V. | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 50 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.1. | Presentación de Resultados | 50 |
| 5.1.1. | <i>Descripción del proceso inicial.</i> | 50 |
| 5.1.2. | <i>Aplicación de la Metodología SLP.</i> | 61 |
| 5.1.3. | <i>Descripción de la propuesta.</i> | 66 |
| 5.1.4. | <i>Recurso humano.</i> | 76 |
| 5.1.5. | <i>Productividad.</i> | 76 |
| 5.1.6. | <i>Tiempos de ciclo.</i> | 77 |
| 5.2. | Contrastación de Hipótesis..... | 79 |
| 5.2.1. | <i>Contrastación de la Hipótesis General.</i> | 79 |
| 5.2.2. | <i>Contrastación de la Hipótesis Específica 1.</i> | 80 |
| 5.2.3. | <i>Contrastación de la Hipótesis Específica 2.</i> | 80 |
| 5.2.4. | <i>Contrastación de la Hipótesis Específica 3.</i> | 81 |
| 5.3. | Discusión de Resultados..... | 81 |
| VI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 87 |
| 6.1. | Conclusiones | 87 |
| 6.2. | Recomendaciones..... | 88 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 89 |
| | ANEXOS | 93 |
| | Anexo N° 1. Matriz de consistencia | 93 |
| | Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables | 96 |
| | Anexo N° 3. Checklist de implementación SLP | 97 |
| | Anexo N° 4. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (I) | 98 |
| | Anexo N° 5. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (II) | 99 |
| | Anexo N° 6. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (III)..... | 100 |
| | Anexo N° 7. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (I) | 101 |
| | Anexo N° 8. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (II) | 102 |

| | |
|--|-----|
| Anexo N° 9. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (III)..... | 103 |
| Anexo N° 10. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (IV) | 104 |
| Anexo N° 11. Mapa de Flujo de Valor de la Distribución Inicial..... | 105 |
| Anexo N° 12. Mapa de Flujo de Valor (VSM) de la Propuesta de Distribución | 106 |
| Anexo N° 13. Layout de la Distribución Inicial de la Planta de Grageas de Chocolate .. | 107 |
| Anexo N° 14. Layout de la Propuesta de Distribución en Línea de la Planta de Grageas de Chocolate..... | 108 |
| Anexo N° 15. Toma de tiempos del proceso de zarandeo..... | 109 |
| Anexo N° 16. Toma de tiempos del proceso de engomado | 110 |
| Anexo N° 17. Toma de tiempos del proceso de abrillantado | 111 |
| Anexo N° 18. Toma de tiempos del proceso de mezcla..... | 112 |
| Anexo N° 19. Cuadro de Balance de Línea de la Distribución Inicial..... | 113 |
| Anexo N° 20. Cuadro de Balance de Línea de la Propuesta de Distribución en Línea.... | 115 |

CUADRO DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1. Principales características de los tipos de distribución | 30 |
| Tabla N° 2. Ventajas de los tipos de distribución en planta | 31 |
| Tabla N° 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 45 |
| Tabla N° 4. Técnicas e instrumentos de procesamiento y análisis de datos..... | 47 |
| Tabla N° 5. Equipos de almacenamiento de la Distribución Inicial..... | 51 |
| Tabla N° 6. Equipos de moldeo de la Distribución Inicial..... | 52 |
| Tabla N° 7. Equipo del 1° Reposo de la Distribución Inicial..... | 53 |
| Tabla N° 8. Equipos de zarandeo de la Distribución Inicial | 54 |
| Tabla N° 9. Equipos de engomado de la Distribución Inicial | 55 |
| Tabla N° 10. Equipos del 2° Reposo de la Distribución Inicial | 56 |
| Tabla N° 11. Equipos de confitado de la Distribución Inicial..... | 57 |
| Tabla N° 12. Equipos del abrillantado de la Distribución Inicial..... | 58 |
| Tabla N° 13. Equipos de mezcla de la Distribución Inicial | 59 |
| Tabla N° 14. Equipos de seleccionado de la Distribución Inicial | 59 |
| Tabla N° 15. Equipos de envasado de la Distribución Inicial..... | 60 |
| Tabla N° 16. Leyenda del diagrama relacional gráfico | 62 |
| Tabla N° 17. Cuadro de relaciones de la Distribución Inicial..... | 63 |
| Tabla N° 18. Leyenda del diagrama relacional representado | 64 |
| Tabla N° 19. Equipos adicionales de moldeo para la Propuesta | 67 |
| Tabla N° 20. Equipos adicionales del 1° Reposo para la Propuesta | 68 |
| Tabla N° 21. Equipos adicionales de zarandeo para la Propuesta..... | 70 |
| Tabla N° 22. Equipos adicionales de engomado de la Propuesta..... | 71 |
| Tabla N° 23. Equipos adicionales de confitado para la Propuesta | 72 |
| Tabla N° 24. Equipos adicionales de abrillantado para la Propuesta | 73 |
| Tabla N° 25. Equipos adicionales de mezcla para la Propuesta..... | 74 |
| Tabla N° 26. Resumen del cálculo de Recurso Humano..... | 76 |
| Tabla N° 27. Resumen del cálculo de Productividad | 77 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 28. Resumen de Tiempos de Ciclo | 78 |
| Tabla N° 29. Resumen de cálculo de la Capacidad de Producción..... | 79 |

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura N° 1. Gráfica de la Demanda Programada vs. Producción Mensual entre mayo y setiembre del 2019..... | 16 |
| Figura N° 2. Gráfica de la Proyección de la Demanda (TN) para los próximos 6 meses ... | 17 |
| Figura N° 3. Ejemplo de diagrama de relaciones gráfico..... | 33 |
| Figura N° 4. Leyenda del diagrama de relaciones..... | 34 |
| Figura N° 5. Ejemplo de diagrama de relaciones representado..... | 35 |
| Figura N° 6. Evaluación de alternativas de distribución | 36 |
| Figura N° 7. Ejemplos de productividad | 39 |
| Figura N° 8. Aplicación de los tipos de productividad | 39 |
| Figura N° 9. Diagrama relacional gráfico de la Distribución Inicial | 62 |
| Figura N° 10. Diagrama relacional representado de la Distribución Inicial | 64 |
| Figura N° 11. Diagrama relacional representado de la Propuesta de Distribución en Línea | 65 |

INTRODUCCIÓN

Dentro de un mercado altamente competitivo y con un público objetivo exigente, es necesario que las empresas respondan de la manera más eficiente ante la demanda actual, cumpliendo en todo momento con la calidad de productos que los caracteriza y optimizando sus plantas de producción.

Las grageas de chocolate involucran una elaboración con un procesamiento especial, desde que inicia como pasta de chocolate hasta que se obtiene el producto final. Este procesamiento usualmente se ejecuta dentro de una distribución por procesos, desarrollando cada proceso de forma aislada y con tiempos de espera muy prolongados entre lotes, presentando una oportunidad de mejora ante este tipo de distribución.

Es por esta razón que se decidió realizar la presente investigación, con la finalidad de mejorar la capacidad de producción de una planta de grageas de chocolate, buscando adaptarse y ser capaz de alcanzar la competitividad necesaria para una demanda con un alto nivel de crecimiento. Por ello, este estudio tiene como objetivo proponer un diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de la planta de grageas de chocolate, enfocándose específicamente en optimizar el recurso humano empleado, evaluar la productividad con el nuevo flujo de procesos y balancear los tiempos de ciclo entre dichos procesos.

El estudio se realizó en un inicio con la observación estructurada y la toma de tiempos, los cuales sirvieron de base para estructuración diagramas como el DOP, DAP y VSM, que permitieron el análisis individual de los procesos, y los diagramas de relaciones empleados en la metodología SLP. Además, para favorecer la visualización y sustento de la propuesta, se elaboró un layout de la distribución planteada y cuadros de balance de línea.

El Capítulo 1 describe la situación de la problemática en la cual se basa la investigación, las justificaciones y el detalle de los objetivos del estudio.

El Capítulo 2 presenta la descripción resumida de investigaciones pasadas, la teoría en la cual se basa la presente investigación y definición de los principales términos utilizados.

El Capítulo 3 presenta las hipótesis planteadas dentro de la investigación y la identificación de las variables del estudio.

El capítulo 4 explica el tipo y diseño de la investigación, y detalla las técnicas e instrumentos empleadas para la recopilación y análisis de los datos.

En Capítulo 5 detalla la descripción de los procesos iniciales y finales luego de la aplicación de la metodología, así como la evaluación y explicación de los resultados obtenidos para la validación de las hipótesis.

El Capítulo 6 detalla cuáles fueron las conclusiones finales y las recomendaciones que se sugieren para otros estudios.

Dentro de los anexos se encuentran la matriz de consistencia, la matriz de operacionalización de variables, los cuadros, los diagramas y el layout elaborados para dar soporte a la investigación.

I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Descripción de la realidad del problema

En una empresa dedicada al rubro alimenticio con más de 20 años de presencia en el mercado nacional e internacional, que ofrece una gama de productos cuyo insumo principal es el chocolate, tiene a su disposición la producción de grageas de chocolate, abasteciendo con esta golosina al mercado nacional y exportando a países como E.E.U.U., Costa Rica, Ecuador, Colombia y Bolivia.

Actualmente, la marca de grageas de chocolate de la empresa compite directamente con la marca internacional “M&M” y la marca nacional “Lentejas” de la empresa Nestlé Perú. En el 2016, según un estudio realizado por el Centro de Comercio Exterior [CCEX] (2017) de la Cámara de Comercio de Lima, 235,959 kg de grageas de chocolate de la marca “M&M” fueron importados al país en el 2016, representando un 10.9% de la participación de importaciones de golosinas a base de chocolate. Un informe del Euromonitor International (2019) detalla que, en cuestiones de venta de confitería, la empresa Nestlé Perú lidera mercado gracias a su extensión de marca y su amplia red de distribución para sus productos, compitiendo con la empresa del estudio, quien apuesta más por una modernización de sus empaques para una reducción de costos de producción.

La demanda ha crecido considerablemente a lo largo de los años, y gracias a la extensión de la compañía a nivel internacional, ha representado una oportunidad de posicionamiento en este rubro. Sin embargo, dentro de la planta de grageas de chocolate, podemos describir que la capacidad de producción es baja para el cumplimiento de la demanda estimada, solicitándose alrededor de 130 toneladas al mes, cantidad de grageas de chocolate que no es posible elaborar con las horas-hombre disponibles dentro de un régimen laboral normal.

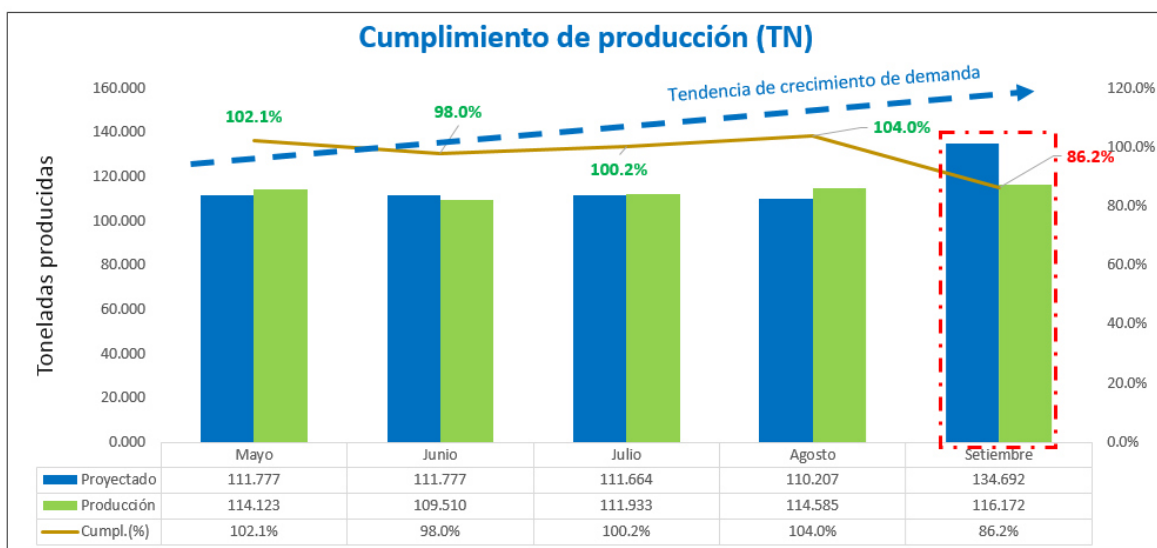


Figura N° 1. Gráfica de la Demanda Programada vs. Producción Mensual entre mayo y setiembre del 2019. Autoría propia.

La Figura N° 1 nos muestra el cumplimiento de la demanda en una revisión de 5 meses, observándose que, en el último de estos la producción no pudo abastecer la cantidad proyectada para ese periodo con una diferencia más notoria.

Por tal razón, para el cumplimiento de la programación de producción es necesario emplear horas-hombre extra, es decir, costear el pago de más de 48 horas semanales por trabajador, volviéndose de esta manera cada vez menos rentable en comparación con la competencia.

La elaboración de grageas de chocolate pasa por una serie de procedimientos y operaciones hasta la obtención de la mezcla de estas en su variedad de colores. Dicha elaboración es ejecutada en diferentes zonas presentando un lead time alto debido a la gran cantidad de movimientos empleados en la operación.

A lo mencionado anteriormente hay que añadir que, cada proceso posee un tiempo de ciclo muy variado con respecto a los demás, representando un desnivel de las capacidades máximas de cada zona y reduciendo la posibilidad de un máximo aprovechamiento de toda la planta de grageas de chocolate. Las variaciones de las capacidades de los diferentes procesos dejan como resultado producto por procesar a espera del siguiente procedimiento,

originando que se necesite espacio en las cámaras de reposo y disminuyendo de esta forma la capacidad máxima productiva.

Para la producción de un determinado volumen de grageas de chocolate, se requiere de 17 personas permanentes en el proceso durante cada turno. Esta cantidad, si se compara con otras líneas de producción que posee la empresa, es relativamente mayor para el nivel de producción de la planta de grageas, reflejándose en una productividad mediana. El personal capacitado y la adquisición de máquinas especializadas representan una gran oportunidad de aprovechamiento para lograr un aumento en el volumen total de producción, pero que no es aprovechado debido a los problemas suscitados.

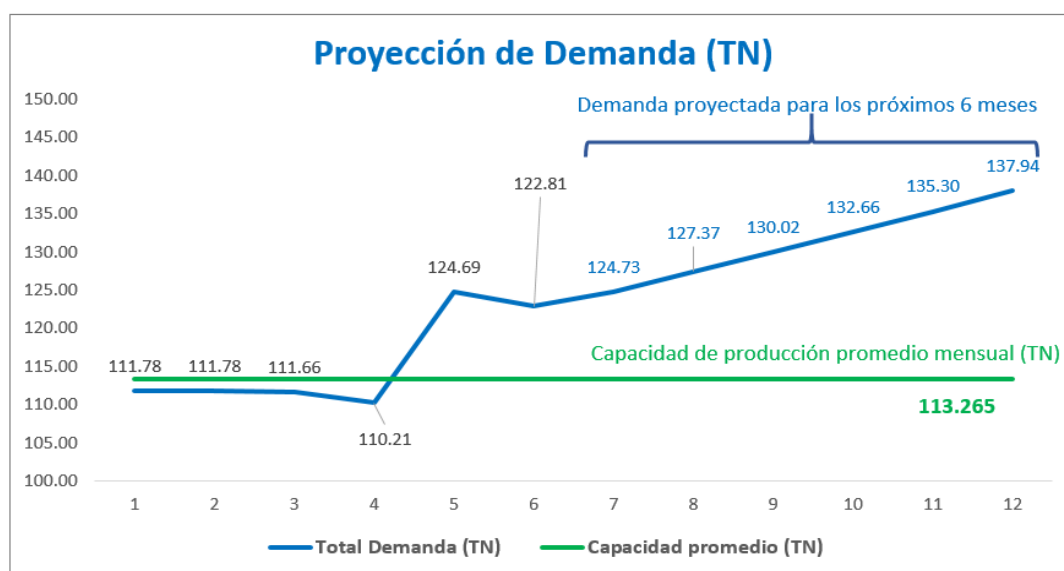


Figura N° 2. Gráfica de la Proyección de la Demanda (TN) para los próximos 6 meses. Autoría propia.

La Figura N° 2 nos muestra una proyección para las futuras demandas y la tendencia que seguiría en los 6 meses siguientes a la revisión mostrada, lo cual demuestra que sobrepasa la capacidad de producción de la planta de grageas de chocolate.

De continuar así, es posible que se vea afectada la cartera de clientes, la cual ha venido progresando en el último año, esto debido a que no se logrará cumplir en la totalidad los pedidos requeridos, representando una pérdida de oportunidad en el incremento de las ganancias para la empresa.

Proponiendo una distribución en línea, es posible aumentar la capacidad de producción de la planta de grageas de chocolate, empleando la misma cantidad de personal y utilizando menos recursos en los procesos, y en consecuencia mejorar la productividad de manera considerable, cumpliéndose con la creciente programación de pedidos. La distribución en línea plantea la utilización de fajas de transporte que movilicen el producto en proceso para reducir la cantidad de movimientos y horas-hombre requeridos, manteniendo una operación de flujo continuo y un tiempo de ciclo entre procesos más nivelado.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema General.

¿De qué manera la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP aumentará la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate?

1.2.2. Problemas Específicos.

- a) ¿De qué manera la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP optimizará el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate?
- b) ¿De qué manera la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, variará la productividad en una planta de grageas de chocolate?
- c) ¿De qué manera la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP balanceará los tiempos de ciclo entre procesos en una planta de grageas de chocolate?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación Teórica.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar un modelo base de distribución en línea para la producción de grageas chocolate, mejorando de esta manera la capacidad productiva de cada operación, así como sus respectivos tiempos de ciclos, nivelando las cantidades producidas por proceso y optimizando el recurso humano requerido para el cumplimiento de la demanda programada. Esta propuesta de distribución se elaborará siguiendo las pautas de la metodología SLP, las cuales son detalladas por Niebel y Freivalds (2009) en su obra, explicando las consideraciones necesarias para la aplicación de dicha metodología. Por tal motivo, se podrían adaptar procesos continuos para un máximo rendimiento en los procedimientos de la elaboración de grageas de chocolate empleando la metodología SLP.

1.3.2. Justificación Práctica.

Esta investigación se realiza debido a que la actual capacidad máxima de producción de grageas de chocolate no es suficiente para el cumplimiento de la demanda programada. Por ello, existe la necesidad de reducir el tiempo de ciclo de los procesos, lo cual permitirá elaborar una mayor cantidad de este producto en el mismo plazo de tiempo. A su vez, es necesario mejorar la productividad y el rendimiento de la planta, haciendo cada vez más rentable la elaboración de esta golosina, manteniendo la calidad característica y siendo más competitivos en el mercado nacional e internacional.

1.3.3. Justificación Metodológica.

La elaboración del diseño de distribución en línea de grageas de chocolate aplicando la metodología SLP, y en conjunto con la planificación de las operaciones continuas, luego de ser planteada y analizada, permitirá establecer una base procedimental para una futura implementación de dicho diseño, aumentando considerablemente la

capacidad de producción y ajustándose a la demanda mensual requerida. De igual manera, esta investigación brindará una guía para próximos trabajos que se basen en la aplicación de la metodología SLP y la distribución en línea en el rubro alimenticio con la visión de un mejoramiento continuo en la productividad y rendimiento de sus plantas.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General.

Proponer un diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- a) Optimizar el recurso humano empleado con la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate.
- b) Evaluar la productividad en la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate.
- c) Balancear los tiempos de ciclo entre procesos con la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Assia y Rivera (2017) en su tesis titulada “Propuesta de Diseño de Planta de la Empresa Dulcemanía Gourmet para aumentar la Capacidad Instalada”, realizaron una investigación descriptivo-explicativo en donde relacionaron la variable diseño de planta y la variable capacidad instalada para cumplimiento de la demanda en una empresa que produce alfajores. Los investigadores citados trabajaron en un inicio con una muestra de 42 pedidos de alfajores para determinar el nivel de cumplimiento de producción, utilizando el diagrama de flujo de procesos y el DAP para representar las operaciones internas de la empresa, el diagrama de árbol para analizar los principales factores causantes de la problemática, el método de suavizamiento exponencial para el pronóstico de la demanda, y el software Promodel para realizar las respectivas simulaciones de la propuesta. Como resultado de la investigación, se estimó un aumento de la capacidad de planta a 800 unidades por día tras detectar una reducción de ocupación de sus equipos. Concluyeron que, con la propuesta, la utilización de la planta se reduce y la capacidad de producción se incrementa significativamente comparándose con la situación actual.

Castillo (2016), en su tesis titulada “Propuesta de Redistribución de Planta para la Reducción de Costos Operacionales y Aumento en la Tasa de Cumplimiento de Órdenes de Entrega en una Empresa Metalúrgica”, realizó una investigación explicativa donde relacionó la variable redistribución de planta y las variables disminución de costos de operación e incremento de la tasa de cumplimiento de órdenes para un taller de fundición. El investigador empleó para el reconocimiento de

las operaciones herramientas como el mapa de procesos, diagrama de flujo, el plano de distribución actual y el diagrama de recorrido, para el reconocimiento del problema empleó el diagrama de Ishikawa, para la recolección de datos empleó el estudio de tiempos, para determinar el tipo de distribución empleó el diagrama de recorrido, indicadores de tiempo, el flujo de materiales y el software Promodel, y para el análisis de la propuesta empleó la relación de beneficio-costos. Como resultado de la investigación, los costos de operación se redujeron en 15.79% y se estimó que el porcentaje de cumplimiento de órdenes de entrega aumentaría en un 51.68%. Concluyó que la redistribución de la planta permitió la disminución de los costos de operación. Además, los tiempos de flujo se redujeron debido a la disminución de las distancias recorridas para los procesos y movimientos de los operarios.

Espinosa y Vásquez (2015), en su tesis titulada “Propuesta de Mejoramiento en la Distribución del Área de Producción en la Empresa CTR en Bogotá”, realizaron una investigación explicativa para determinar la influencia de la variable propuesta de mejora en la distribución del área de producción y las variables flujo de materiales y accidentes en una empresa de rectificación de motores. Los investigadores citados emplearon un diseño experimental, empleando el método Guerchet para determinar el área ocupada y el método SLP para plantear las alternativas de redistribución del área de procesos. Como resultado de la investigación, se plantearon dos propuestas de redistribución del área de procesos, cuyos costos estimados fueron de \$5,285,100 para la primera propuesta y de \$4,721,450 para la segunda propuesta. Se concluyó que las propuestas planteadas permitirían mejorar el posicionamiento de la maquinaria de manera más estratégica para la reducción del flujo de materiales y movimientos dentro del área; a su vez, se reduciría la posibilidad de generarse un accidente.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Cusma (2018), en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la distribución de planta y los métodos de trabajo para reducir el costo de producción de alimentos procesados en un supermercado”, presentó una investigación correlacional donde relacionaba la variable mejora de la distribución de planta y métodos de trabajo y la variable costo de producción de alimentos procesados de un supermercado. El investigador citado trabajó con una muestra de 8 locales pertenecientes a la empresa, recopilando una serie de métodos y herramientas esenciales para su estudio, iniciando por el análisis situacional de la organización con un layout y diagrama de recorrido, flujograma de procesos, el diagrama relacional, árbol de efectos y el diagrama de Ishikawa; y realizando el análisis de su propuesta a través de la metodología 5S” y el estudio de métodos, validando dicha propuesta mediante el diagrama de actividades del proceso (DAP), la matriz de verificación, la simulación del consumo eléctrico con @Risk y el método de Montecarlo para realizar la estimación financiera. Como resultado de la investigación, se estimó que es un 90% probable que el VAN posea una media de S/88,000 y con certeza que el TIR posea una media de 50.63%. El investigador concluyó que la propuesta para optimizar la planta y aplicar métodos de trabajo presentaron resultados directos en la reducción de costos de producción mediante un ahorro energético significativo y la mejora del ambiente laboral, beneficiando a los trabajadores en su bienestar y motivación.

Infa (2016), en su tesis titulada “Propuesta de Diseño de la Distribución de una Planta de Bocaditos y Botanas de la Industria Alimentaria, Arequipa 2016”, realizó una investigación de nivel descriptivo-explicativo en donde relacionó la variable sistema de producción y la variable distribución de planta en una fábrica de producción de bocaditos y botanas en la ciudad de Arequipa. El investigador para su estudio tomó 30

muestras de tiempo por proceso, empleando posteriormente herramientas como el DOP, el DAP, el diagrama de recorrido, el método de Gouchet para la superficie total necesaria para la instalación y el diagrama relacional de espacios y actividades empleados para la estimación de una correcta distribución adaptada a los procesos de la planta. Como resultado de la investigación, se estimó que, con la propuesta de distribución, la producción media por hora hombre para el 2021 sería 30.4 unidades mayor que la distribución actual. Concluyó que la redistribución de la planta fue la mejor alternativa para el desperdicio de espacio, la pérdida de capacidad de producción, el deficiente flujo productivo y los problemas infraestructurales de la planta, factores que impedían cumplir con la demanda programada.

Carpio-Tirado (2016), realizó una investigación explicativa donde relacionó la variable propuesta de distribución de planta y las variables costos de producción y capacidad de producción en una planta textil. Para la investigación, el autor empleó en la recolección de datos información interna de la empresa, entrevistas, la observación directa y capacitación tecnificada para el personal operario, siendo analizados mediante el DOP, el DAP, el diagrama de recorrido por material y por hombre, mapa de procesos, flujograma de procesos, el diagrama relacional de actividades, el balance de línea y la matriz desde-hacia. Como resultado de la investigación, se estimó que con la propuesta de distribución los costos de producción disminuirían en 85.96% y 80%, el tiempo de producción se reduciría en un 96.94% y 26.5%, y la capacidad de planta aumentaría en un 94.1% y 73.4% para las familias de prendas A y E, respectivamente. El investigador citado concluyó que la propuesta de distribución disminuiría los recorridos, reduciría los tiempos de producción y aumentaría significativamente la capacidad productiva de prendas, determinando que sería una propuesta viable mediante un análisis del VAN y la TIR.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Distribución de planta.

Según Palacios (2009), la distribución de planta es el proceso por el cual se ordena el área física requerida para los equipos de producción, los materiales, los movimientos, el almacenamiento del producto terminado, el trabajo operacional y los servicios que complementan la operación en planta, construyendo un sistema de producción que pueda ser eficiente para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Para Chase, Jacobs y Aquilano (2009), el objetivo de la distribución de planta es el de lograr un ordenamiento de elementos que permita el flujo en continuidad de la operación en una planta o un patrón de movimiento en el caso de servicios.

Según Niebel y Freivalds (2009), la distribución de planta permite establecer un sistema productivo para la fabricación de productos en una determinada cantidad con una calidad requerida y con un costo mínimo. Para lograr dicho objetivo, es necesario que el sistema productivo de la distribución de planta integre las tarjetas operativas, el manejo de inventarios y materiales, la programación de órdenes de producción, los recorridos de operaciones y la entrega del producto final, todo de manera eficaz y enfocado hacia la producción establecida.

Es la distribución de planta, un proceso esencial de toda empresa para poder establecer el orden en la cual se ubicarán los equipos y las máquinas para la producción de un determinado producto, tomando en cuenta el espacio requerido para los movimientos naturales de la operación y el área en el que el personal operará. Además, esta se desarrolla de manera estratégica, permitiendo que el flujo productivo se realice con un menor esfuerzo y movimientos, con un tiempo y costos de producción bajos, siendo

por este motivo, la importancia y la necesidad de desarrollar una distribución eficaz e integrada.

2.2.1.1. Tipos de distribución.

a) Distribución por procesos.

Según Niebel y Freivalds (2009), la distribución por procesos o distribución funcional es aquella que requiere la agrupación de instalaciones en similitud. Las máquinas con igual función son agrupadas en una misma área. Este tipo de distribución proporciona un ambiente más limpio y ordenado, promoviendo una buena economía interna. Esto permite que un operario nuevo puede ser entrenado y aprender rápidamente ya que estará rodeado de operarios con experiencia que manejan máquinas similares de igual función. La capacidad productiva en este tipo de distribución es limitada, sin embargo, resulta más eficiente ante operaciones más frecuentes o pedidos especiales. La distribución por procesos es desventajosa con respecto a los desplazamientos, ya que son más extendidos, y requieren de un seguimiento en las tareas que necesiten diversas operaciones en diferentes en máquinas.

Palacios (2009), también la denomina distribución funcional, y sucede si la producción es por lotes. En estos casos las máquinas, el personal y los servicios similares o con procesos iguales, son asociados en departamentos. En esta distribución la producción se desarrolla por pedidos o por lotes. Dependiendo del producto y el proceso, una máquina puede ser parte o no en la fabricación de dicho producto. Esta distribución es empleada cuando existe variedad de productos o si la cantidad de pedidos es mínima. Una ventaja es que la operación es ininterrumpida ya que, al descomponerse una máquina, otra similar puede reemplazarla para continuar con la producción. Sin embargo, tiene como desventaja gran número de movimientos y rutas diversas y que pueden traer confusión durante la fabricación. Además, los costos de producción son

elevados y de capital mínimo. Las decisiones son tomadas dependiendo del tipo y los volúmenes de producción.

En la distribución por procesos es aquel ordenamiento de planta en donde las máquinas afines y que cumplen tareas u operaciones similares o iguales son agrupadas en una misma ubicación, esto permite que los procesos se desarrollen de forma aislada y que haya producto en proceso disponible para la continuación de la producción. Es evidente destacar, en este tipo de distribución, la especialización del personal en cada uno de los procesos en los cuales están encargados, esto se debe principalmente a que manipulan equipos con similar funcionamiento y las verificaciones que realizan pertenecen al mismo proceso, generando que se afinen las habilidades de la persona en la operación. Además, la criticidad de las máquinas es mínimo, es decir, si uno de los equipos presenta una avería, la producción continúa, ya que otro equipo puede fácilmente remplazarlo.

b) Distribución por proyecto.

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), mencionan que esta distribución presenta una menor cantidad de unidades de producción con respecto a las distribuciones por celdas de trabajo y líneas de ensamble. Al desarrollarse este tipo de distribución, se toma en cuenta como centro al producto y los equipos y materiales están distribuidos según la utilización y el transporte. En este tipo de distribución, las tareas se manejan siguiendo un orden y son los procesos productivos son determinados bajo su precedencia, permitiéndole implementar la distribución estableciendo un orden en los materiales según su prioridad en tecnología.

Palacios (2009), también la denomina distribución por posición fija, y es cuando el producto es de gran tamaño o peso y es imposible que pase de un proceso a otro, por

lo que lo conveniente es que se establezca en una ubicación fija. Las máquinas y el personal se movilizan hacia el producto para realizar las operaciones necesarias. La producción está programada por pedidos, como es el ejemplo de las construcciones de edificios, navíos, aviones, etc. En esta distribución, el producto está imposibilitado de moverse, ya sea por su peso, tamaño, forma, volumen o algún detalle específico. Esto trae como consecuencia que el producto esté fijo y los que tengan que movilizarse sean los operarios, las máquinas, las herramientas y los materiales restantes del proceso, así como también el cliente.

En el caso de productos cuyo movimiento sea restringido o cuya posición sea perenne por sus características, se aplica la distribución por proyectos, en donde los procesos se movilizan alrededor de este; los equipos, los materiales y el recurso humano se trasladan hacia el producto para proceder a aplicar las operaciones necesarias para su elaboración.

c) Distribución en línea.

Según Niebel y Freivalds (2009), la distribución en línea recta es aquella en donde la disposición de los equipos o máquinas tienen una ubicación que permita el menor movimiento entre operaciones para la producción de un determinado producto. Esta distribución es muy utilizada en las plantas de producción masiva, esto se debe a que los costos del manejo de materiales son relativamente menores a los costos de una distribución por procesos.

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), lo nombran como línea de ensamble o distribución de flujo del trabajo. En este tipo de distribución los procesos siguen un orden específico para que el producto pueda ser fabricado. Las piezas son elaboradas en un flujo recto.

Chase et al. (2009), afirman que el ensamble de las piezas es progresivo y es dirigido por máquinas que manipulan los materiales. Se identifican algunas segmentaciones de líneas agrupadas según:

- El aparato que transporta el producto, puede ser por bandas o rodillos de transporte, por grúas aéreas, etc.
- La configuración o formación de la línea, puede ser en alineación recta, forma de U, ramificada, etc.
- Los pasos rítmicos, pueden ser mecánicos o humanos.
- La combinación, puede ser para un producto o varios.
- Las características de la estación de trabajo, puede ser con operarios en asientos, parados, con necesidad de caminar a lo largo de la línea o con necesidad de movilizarse en conjunto con la línea.

Chase et al. (2009), detallan las condiciones para que pueda implementarse una distribución en línea, las cuales son que el producto terminado requiera de muchas partes durante la elaboración y que la producción sea masiva. Esta distribución para ser eficaz requiere de un control administrativo que permita su balance a través del equilibrio de la línea.

Para Palacios (2009), la distribución en línea, en cadena o por producto es aquella implementada para producción organizadas de manera continua, colocándose las operaciones con la menor distancia posible. Las máquinas y los servicios auxiliares se colocan siguiendo la secuenciación de las operaciones en toda la cadena productiva. Estas máquinas se ubican una a continuación de otra siguiendo una línea por la cual pasará el producto en cada uno de sus procesos.

La distribución en línea se refleja en las cadenas de producción en donde los flujos de producción son continuos con una secuencia de procesos establecida y cuyo transporte es ejecutado por equipos. La eficiencia y la productividad alcanzan sus máximos valores cuando se trata de una producción masiva, ya que los costos de fabricación son mínimos con respecto a los recursos empleados. Para poder implementar este tipo de distribución es necesario realizar un balance de línea, esto es, calcular el número de máquinas necesarias para evitar que los procesos se saturen o generen demoras, los tiempos de ciclo de cada operación y las personas requeridas para la manipulación o inspección de procesos.

Tabla N° 1.

Principales características de los tipos de distribución

| Tipos de distribución de planta | | | |
|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Distribución por procesos | Distribución por proyecto | Distribución en línea |
| Ubicación del producto | En movimiento entre departamentos | Fijo | En movimiento en la cadena |
| Tipo de producción | Masiva | Un solo producto | Masiva |
| Criticidad de equipos | Baja | Media | Alta |
| Personal | Fijo y especializado en su proceso | Especializado para cada proceso | Fijo y especializado en su línea |
| Tiempos de ciclo | Alto | Muy alto | Medio |
| Movimiento | Producto | Personal, materiales y equipo | Producto |
| Limitación de capacidad | Por lotes | Un solo producto | Continua |

Nota. Características basadas en los principales criterios para una planta de producción. Autoría propia.

La Tabla N° 1 muestra las principales características para los tres tipos de distribución de planta estudiados con base en los criterios más destacados y que demarcan similitudes y diferencias entre estos. Asimismo, la Tabla N° 2 resume las ventajas que presentan estas distribuciones según Palacios (2009), permitiendo compararlas mediante determinados criterios.

Tabla N° 2.

Ventajas de los tipos de distribución en planta

| Línea o Cadena | Funcional o proceso | Posición Fija |
|--|---|--|
| 1. Menor transporte de materiales. | 1. Mejor utilización de maquinarias. | 1. El transporte de materiales se reduce al mínimo. |
| 2. Menor cantidad de materiales en proceso y menor espacio temporal. | 2. Flexibilidad en la asignación de equipo. | 2. Asegura continuidad por asignación de equipo de operarios responsables. |
| 3. Uso efectivo de la mano de obra por especialización, facilidad de entrenamiento y mayor oferta a menor costo. | 3. Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos. | 3. Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos. |
| 4. Mayor facilidad de control. | 4. Mayor incentivo al operario por la diversidad de productos. | 4. Permite cambios en el diseño de productos y secuencias de operaciones. |
| 5. Se simplifica la planeación, control y supervisión de la producción. | 5. Más fácil continuidad de producción por avería de maquinaria, escasez de material o ausencia de operarios. | 5. Es más flexible. |

Nota. Resumen de las principales ventajas por tipo de distribución. Copyright 2009 por Palacios L. (p.140).

2.2.1.2. Procesos.

Chase, Jacobs y Aquilano (2009) mencionan que un proceso hace referencia a la parte de la organización que transforma insumos en productos, esperando que estos posean un valor agregado en comparación a cuando solo eran insumos.

Para Chase et al. (2009), las actividades relacionadas a los procesos se ven afectadas entre ellas, por ello es necesario hacer un seguimiento al rendimiento del conjunto de actividades que se realicen simultáneamente.

Según Palacios (2009), proceso o método de producción es el núcleo de la distribución de planta, esto es porque especifica los equipos y las máquinas a emplear y cuyo orden debe ser establecido. Mejorar estos métodos y la distribución de planta están muy conectados.

Entonces, se entiende por procesos a las actividades que permiten la transformación de un objeto en otro agregándole valor a lo largo del procedimiento de producción, en donde están involucrados factores máquinas, equipos, personal, servicios, materiales y movimientos, que forman parte importante en la eficiencia y el rendimiento general de la planta.

2.2.1.3. Metodología SLP.

Según Niebel y Freivalds (2009), la metodología de sistemas para desarrollar plantas es la “Planeación sistemática de distribuciones” (SLP), establecida por Murther en 1973. El SLP tiene por objetivo posicionar 2 áreas estrechamente relacionadas lógicamente y con frecuencias parecidas a través de 6 pasos:

1) Diagrama relacional gráfico.

Según Niebel y Freivalds (2009), el primer paso consiste en establecer relaciones entre las distintas áreas y se detallan en el formato de diagrama de relaciones. Se entiende por relación al nivel de cercanía que se necesita entre procesos o áreas, dependiendo de los datos cuantitativos del flujo como los volúmenes de producción, los tiempos, los costos incurridos, las rutas o recorridos, o de los datos cualitativos como la relación funcional o información subjetiva.

[illegible]

2) *Necesidad de espacio.*

33

3) Diagrama relacional representado.

Según Niebel y Freivalds (2009), como tercer paso se requiere representar visualmente las actividades que involucra el proceso. Se inicia con aquellas relaciones que son absolutamente importantes, se les designa la letra A y se utiliza 4 líneas pequeñas y paralelas para enlazar las 2 áreas involucradas. Luego, se continúa con las actividades que son especialmente importantes, y se les designa la letra B y se representan con 3 líneas paralelas de doble de tamaño que las líneas del tipo A. De igual forma, se continúa con las actividades importantes (I), ordinarias (O) y sin importancia (U), para lo cual se irá disminuyendo una línea y duplicando la longitud con respecto a la anterior, evitándose que las líneas lleguen a cruzarse o enredarse. Si se trata de una relación no deseable, se trata de alejar las áreas y se representa entre ellas una línea en forma de resorte.

Continuando con el ejemplo mencionado anteriormente, Niebel y Freivalds (2009) explican la construcción de un diagrama relacional representado mediante una leyenda como muestra la Figura N° 4 y la gráfica en la Figura N° 5.

| Relación | Valores más cercanos | Valor | Líneas en el diagrama | Color |
|--------------------------|----------------------|-------|-----------------------|----------|
| Absolutamente necesario | A | 4 | ≡≡≡≡ | Rojo |
| Especialmente importante | E | 3 | ≡≡≡ | Amarillo |
| Importante | I | 2 | ≡≡ | Verde |
| Ordinario | O | 1 | ≡ | Azul |
| Sin importancia | U | 0 | | |
| No deseable | X | -1 | ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ | Café |

Figura N° 4. Leyenda del diagrama de relaciones. Copyright 2009 por Niebel y Freivalds (p.90).

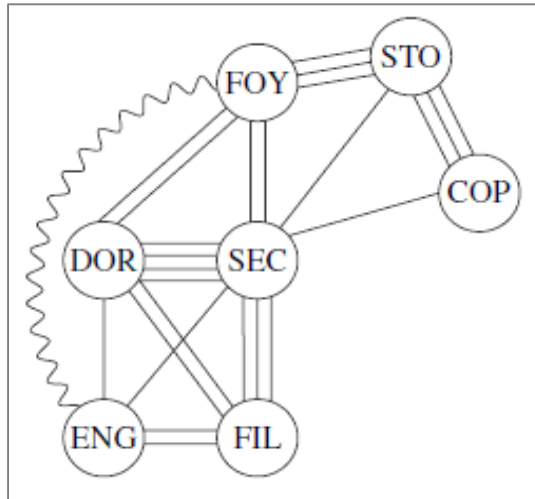


Figura N° 5. Ejemplo de diagrama de relaciones representado. Copyright 2009 por Niebel y Freivalds (p. 91).

4) Relaciones de espacios.

Según Niebel y Freivalds (2009), en el cuarto paso se elabora una representación del espacio escalado de las áreas relativamente a su tamaño. Al finalizar el proceso de distribución se procede a plasmarlo en un plano. Para efectuar esta actividad es necesario emplear patrones. Posteriormente, es posible modificar el plano según se requiera para el movimiento de materiales, ejemplo de ello son las áreas de despacho y recepción, las cuales deben estar ubicados con salida hacia el exterior; los almacenes, las necesidades de los operarios, los detalles del edificio, entre otros.

5) Distribuciones alternas.

Según Niebel y Freivalds (2009), en el quinto paso es posible observar distintas alternativas de distribuciones con similitudes aparentes. Para lo cual se requiere que se analicen todas las alternativas y se escoja la que ofrezca la solución más óptima. En primer lugar, se deben contemplar factores de gran importancia como: la posible expansión futura de la planta, la flexibilidad, el rendimiento del flujo, control de materiales, la seguridad ocupacional, facilitamiento del trabajo del supervisor, la visibilidad de la planta, entre otros. Luego, es necesario establecer ponderaciones para

La Figura N° 6 muestra, continuando con el ejemplo, como Niebel y Freivalds (2009) analizan algunos criterios para la evaluación de otras alternativas de distribución aplicando valores o puntuaciones.

Figura N° 6. Evaluación de alternativas de distribución. Copyright 2009 por Niebel y Freivalds (p. 92).

Según Niebel y Freivalds (2009), en este último paso, se realiza la instalación de la alternativa escogida con las mejores condiciones para el proceso.

2.2.2. Capacidad de producción.

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), definen la capacidad como la propiedad de poseer, recepcionar, almacenar o disponer de espacio para albergar algo. En el plano de los negocios, generalmente es definida como aquella producción que permite elaborar un sistema en un tiempo determinado. Con respecto al sector servicios, capacidad es equivalente a la atención de una determinada cantidad de clientes en un tiempo dado. Durante el análisis de la capacidad productiva, se requiere considerar los insumos involucrados para la fabricación y los productos elaborados. Es decir, que para planificar la producción es necesario considerar la capacidad efectiva de planta y la cantidad que se necesita fabricar.

Chase et al. (2009), mencionan también, que la planeación estratégica de la capacidad es necesaria para especificar el nivel de la capacidad de los recursos disponibles, como la amplitud de la planta, la maquinaria o equipos y el capital humano total, que permitan el cumplimiento estratégico de los objetivos competitivos de la empresa.

Entonces, se puede decir que la capacidad de producción está determinada por la máxima cantidad de unidades producidas que es capaz de elaborar una planta industrial bajo condiciones normales de factores internos y externos, y está expresada en unidades por un determinado tiempo. La capacidad de producción depende en gran medida de los recursos disponibles de la empresa como el personal, los equipos, los materiales, los insumos, los suministros y las instalaciones, los cuales son aspectos determinantes en la eficiencia y rendimiento de dicha capacidad.

2.2.2.1. Recurso humano.

Para Palacios (2009), es uno de los factores dominantes en la estructura del trabajo, comprende aspectos fisiológicos, psicológicos y sociólogos que determinan sus capacidades y limitantes en su desempeño laboral.

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), la dirección del recurso humano comprende todas las actitudes requeridas para la administración, la programación, el pago y el contrato de personas que permiten que una empresa esté en funcionamiento.

El recurso o capital humano es un factor determinante en la capacidad de producción de una planta, esto se debe a que las personas tienen una complejidad y singularidad que influyen en el rendimiento de cada uno, impactando directamente en aquellos procesos que requieren manipulación humana. El personal resulta ser un recurso muy importante en las empresas, ya que la autonomía que presentan permite la existencia de oportunidades de mejora en las operaciones. La disponibilidad del recurso humano es medible concretamente en horas-hombre, las cuales son acumulables y son necesarias para un mejor manejo de la contabilidad de empresa, ya que dichas horas representan un costo, el cual está incluido dentro de la elaboración del producto.

2.2.2.2. *Productividad.*

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), productividad es una métrica que se emplea el estado de utilización de los recursos o factores productivos de una nación, una planta industrial o una empresa. Debido a que la gestión de operaciones y cadena de suministro se enfoca en el mejor empleo de los recursos de una organización, es necesario el cálculo de la productividad para determinar el rendimiento de los procesos. La productividad puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

Chase et al. (2009), afirman que la productividad es medible a través de una relatividad, por lo que, para poder ser empleado, es necesario la comparación con otro aspecto.

Chase et al. (2009), mencionan que la productividad es medible de forma parcial, multifactorialmente y totalmente. Si se desea emplear la productividad de un único recurso, entonces se dispondrá de una productividad parcial. Sin embargo, si se requiere la productividad de un conjunto de recursos (sin llegar a la totalidad), se emplea una productividad multifactorial. Por último, si se necesita disponer de la productividad de todos los recursos empleados en una operación, se emplea una productividad total en donde se involucre todos los aspectos que intervienen dentro de una organización. Las Figuras N° 7 y 8 muestran algunos tipos de medidas para la productividad aplicables considerando factores como el producto y los insumos o recursos necesarios para la producción.

| | |
|-----------------------|--|
| Medida parcial | $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Capital}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$ |
| Medida multifactorial | $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$ |
| Medida total | $\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \circ \frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$ |

Figura N° 7. Ejemplos de productividad. Copyright 2009 por Chase, Jacobs y Aquilano (p. 29).

| DATOS DE PRODUCCIÓN DE INSUMOS Y PRODUCTOS (\$) | | EJEMPLOS DE MEDIDAS DE LA PRODUCTIVIDAD |
|---|----------|--|
| PRODUCTO | | Medida total |
| 1. Unidades terminadas | \$10 000 | $\frac{\text{Total producto}}{\text{Total insumo}} = \frac{13\,500}{15\,193} = 0.89$ |
| 2. Trabajo en proceso | 2 500 | |
| 3. Dividendos | 1 000 | Medidas multifactoriales |
| 4. Bonos | | |
| 5. Otros ingresos | | $\frac{\text{Total producto}}{\text{Humano} + \text{Material}} = \frac{13\,500}{3\,153} = 4.28$ |
| Total producto | \$13 500 | $\frac{\text{Unidades terminadas}}{\text{Humano} + \text{Material}} = \frac{10\,000}{3\,153} = 3.17$ |
| INSUMO | | Medidas parciales |
| 1. Humano | \$3 000 | |
| 2. Material | 153 | $\frac{\text{Total producto}}{\text{Energía}} = \frac{13\,500}{540} = 25$ |
| 3. Capital | 10 000 | |
| 4. Energía | 540 | $\frac{\text{Unidades terminadas}}{\text{Energía}} = \frac{10\,000}{540} = 18.52$ |
| 5. Otros egresos | 1 500 | |
| Total insumo | \$15 193 | |

Figura N° 8. Aplicación de los tipos de productividad. Copyright 2009 por Chase, Jacobs y Aquilano (p. 29).

2.2.2.3. *Tiempo de ciclo.*

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), la relación entre el promedio de los tiempos de un proceso que se repite y las unidades producidas en ese lapso es lo que se conoce como el tiempo de ciclo.

Chase et al. (2009), también explican que es aquel lapso de tiempo transcurrido entre el arranque y la finalización de una labor. Es común también mencionar el término tiempo de procesamiento, el cual hace referencia a aquel tiempo empleado en la producción de una unidad de producto y el tiempo muerto mientras el producto está esperando durante el proceso.

Palacios (2009), explica que el tiempo de ciclo es el mayor lapso de tiempo que emplea una unidad de un producto para ser procesado en una celda de trabajo. Para calcular el tiempo de ciclo se emplea la fórmula, en donde **q** es lo que se puede producir expresado en und/hrs, en un tiempo determinado expresado en seg/hora, el cual denota la disponibilidad de tiempo en una operación:

$$T_c = \left(\frac{1}{q}\right) \times \left(\frac{\text{hrs}}{\text{und}}\right) \times \left(3600 \frac{\text{seg}}{\text{hrs}}\right)$$

El tiempo de ciclo es entonces, el tiempo que tarda en poder producirse o fabricarse una unidad de producto terminado bajo condiciones ideales, tomándose en cuenta la entrada y la salida del producto en proceso en cada operación. Es decir, que el tiempo de ciclo proporciona el tiempo que se demorará en poder entregar un producto o el tiempo que se demorará ese producto en un determinado proceso. Este cálculo es primordial para hallar los cuellos de botella dentro de los procesos de fabricación, y de esta manera brindar un panorama más amplio de los tiempos de producción.

2.3. Marco conceptual

- **Balance de línea:** Es la designación de una cantidad de operarios requeridos para que se cumpla la producción programada en un tiempo establecido o la minimización de los tiempos de ciclo a partir de la implementación de elementos a las áreas de trabajo tomándose en cuenta las limitaciones del proceso (Niebel y Freivalds, 2009, p.47).
- **Batch:** Es la unidad de conteo de los lotes en la planta de grageas de chocolate.
- **Capacidad de producción:** Es el número de productos que un conjunto de procesos puede elaborar en un determinado tiempo (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.122).
- **Críticidad:** “Medida de la severidad asociada con el evento principal de un árbol de fallas” (Niebel y Freivalds, 2009, p.550).
- **Demanda programada:** Son los pedidos característicos elaborados por el departamento de ventas o la necesidad de otros departamentos en base a los clientes (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.593).
- **Diseño / layout:** Es el proceso de implementar en una representación los parámetros característicos de un sistema necesarios para su funcionamiento (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.105).
- **Distribución de planta:** Es el proceso por el cual se ordena el área física requerida para los equipos de producción, los materiales, los movimientos, el almacenamiento del producto terminado, el trabajo operacional y los servicios que complementan la operación en planta, construyendo un sistema de producción que pueda ser eficiente para el cumplimiento de los objetivos de la empresa (Palacios, 2009, p.130).

- **Grageas de chocolate:** Golosinas de chocolate confitadas de colores distintos (Compañía Nacional de Chocolates de Perú S.A., 2017).
- **Operación:** “Cambio intencional de una parte a su forma, tamaño y características deseadas” (Niebel y Freivalds, 2009, p.556).
- **Procesos:** “Serie de operaciones que logran el avance del producto hacia su tamaño, forma y especificaciones finales” (Niebel y Freivalds, 2009, p.557).
- **Producción masiva:** Producción en alta velocidad y de costos mínimos que permitió mejorar las condiciones de vida (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.188).
- **Productividad:** “Valor de resultados obtenidos por cada unidad de esfuerzo humano o de capital” (Palacios, 2009, p.266).
- **Recurso humano:** Es el más importante activo de una organización y que contiene la mayor capacidad para que ésta alcance los objetivos propuestos según los procesos desarrollados (Valencia, 2005, p.29).
- **SLP:** Systematic Layout Planning (Planificación Sistemática del Diseño).
- **Tiempo de ciclo:** Es el tiempo determinado para que se procese una unidad productiva en cada área de trabajo (Palacios, 2009, p.136).

III. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

3.1. Hipótesis General

HG: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP aumenta la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate.

3.2. Hipótesis Específicas

HE1: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP optimiza el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate.

HE2: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, varía la productividad en una planta de grageas de chocolate.

HE3: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP balancea los tiempos de ciclo entre procesos en una planta de grageas de chocolate.

3.3. Variables

La investigación presenta dos variables, las cuales son:

X: Diseño de distribución en línea con SLP.

Y: Capacidad de producción.

IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada. Según Vara (2012), la investigación aplicada emplea los resultados obtenidos directamente en la resolución de la problemática actual de las empresas. Por lo general, esta investigación analiza la problemática e intenta encontrar entre sus posibilidades la mejor solución para una situación propia.

El nivel de investigación es descriptivo ya que se detallarán todas las características y aspectos que involucran los procesos de distribuciones de planta para la elaboración de determinados tipos de productos. Hernández, Fernández y Baptista (2014) señala que “Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p.92).

4.2. Diseño de la Investigación

Según Vara (2012), los diseños descriptivos detallan de manera fiel y precisa alguna situación relacionada a la empresa o al mercado. Explica, además, que estos diseños son de naturaleza cuantitativa generalmente. Las investigaciones con este tipo de diseños son más amplias y precisas que profundas.

La presente investigación plantea describir, mediante indicadores de producción, la realidad de la planta de grageas de chocolate y una posible propuesta de redistribución para mejorar dichos indicadores, describiéndose a detalle los cambios en los procesos y recursos que involucra esto, por lo que, se opta por un diseño descriptivo comparativo.

Vara (2012) señala que, los diseño descriptivo comparativo pretenden encontrar e identificar las distinciones o similitudes ante la presencia de una situación que involucre dos grupos de estudio o más.

4.3. Población y Muestra

La población abarca todas las plantas de producción de la compañía con distribución por procesos.

La muestra de la investigación es la planta de grageas de chocolate.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La Tabla N° 3 resume las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados considerando las variables del estudio, así como sus respectivos indicadores.

Tabla N° 3.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| Variable | Indicadores | Técnicas e instrumentos de recolección de datos |
|--|---------------------------------|---|
| Diseño de distribución en línea con SLP | Cantidad de procesos | - Observación estructurada. |
| | Cantidad de pasos implementados | - Checklist de implementación SLP. |
| | Horas-hombre | |
| Capacidad de producción | Unidades por hora-hombre | - Toma de tiempos. |
| | Índice de minutos por unidad | |

Nota. Técnicas e instrumentos de recolección de datos asociados a los indicadores de cada variable. Autoría propia.

4.4.1. Observación estructurada.

La observación estructurada se emplea para el reconocimiento de los distintos procesos que involucra la elaboración de las grageas de chocolate, así como la identificación del personal que trabaja en la planta y las funciones que desempeñan, las condiciones y aspectos de la interrelación de los procesos de las diferentes zonas. La observación estructurada se realizará utilizando un cuaderno de apuntes donde se registrarán los detalles de cada proceso y la información recopilada de los encargados y responsables de la planta.

4.4.2. Checklist de implementación SLP.

Formato sencillo que enumera los 6 pasos de la metodología SLP y que permite resumir el avance de la implementación de dicho método.

4.4.3. Toma de tiempos.

La toma de tiempos se realiza a partir de la información recogida de la observación estructurada, detallando las operaciones que involucra cada proceso y disgregándolos en actividades simples, facilitando la toma de tiempos a través de un cronómetro y un formato de apuntes.

La toma de tiempos se emplea básicamente para procesos de naturaleza manual y que involucrara movimientos humanos, esto debido a que los procesos automatizados ya tenían tiempos establecidos por sus velocidades programadas.

4.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La Tabla N° 4 resume las técnicas de procesamiento y análisis de datos empleados considerando las variables del estudio, así como sus respectivos indicadores.

Tabla N° 4.

Técnicas e instrumentos de procesamiento y análisis de datos

| Variable | Indicadores | Técnicas e instrumentos de procesamiento y análisis de datos |
|--|---------------------------------|--|
| Diseño de distribución en línea con SLP | Cantidad de procesos | - DOP. - DAP. - Mapa de flujo de valor (VSM). |
| | Cantidad de pasos implementados | - Diagrama relacional gráfico. - Diagrama relacional representado. - Layout de distribución. |
| Capacidad de producción | Horas-hombre | |
| | Unidades por hora-hombre | - Balance de línea. - Hoja de cálculo. |
| | Minutos por unidad | |

Nota. Técnicas e instrumentos de procesamiento y análisis de datos asociados a los indicadores de cada variable. Autoría propia.

4.5.1. Diagrama de operaciones del proceso.

El diagrama de operaciones del proceso (DOP) se construye a partir de la información recogida de la observación estructurada, muestra la interrelación y la secuencia de las operaciones de la planta, los principales puntos de inspección, el ingreso de insumos y la salida de materiales, todo de manera gráfica y brindando una revisión del recorrido por el que pasa el producto hasta convertirse en grageas de chocolate.

4.5.2. Diagrama de análisis del proceso.

El diagrama de análisis del proceso (DAP) es construido para mostrar con mayor detalle las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos que se desarrollan para la producción de grageas de chocolate, especificando la entrada y salida de materiales, las distancias, los tiempos estándar, así como la identificación de cuáles son los procesos que agregan o no valor.

4.5.3. Mapa de Flujo de Valor (VSM).

El Mapa de Flujo de Valor permite identificar la cadena o flujo que sigue el producto desde la recepción de los insumos hasta la entrega a los respectivos clientes; es así como se puede observar el agregado de valor en cada una de sus etapas y los principales factores que intervienen durante el proceso, esto mediante símbolos propios del diagrama.

4.5.4. Diagrama relacional gráfico.

El diagrama relacional permite identificar la necesidad de relación que tienen los procesos entre sí, determinando si realmente es necesaria la cercanía que tienen estos en la distribución de áreas actual. A partir del diagrama relacional se podrá concebir la distribución de los equipos de manera óptima en la propuesta.

4.5.5. Diagrama de relaciones representado.

El diagrama de relaciones de espacio permite identificar los cruces entre movimientos que realiza el flujo del producto mediante la relación que existe entre área y área, permitiendo determinar cuáles son aquellas relaciones y recorridos innecesarios.

4.5.6. Layout de distribución.

Permite representar gráficamente la distribución actual de la planta, así como la propuesta de distribución en línea, mostrando la posición de los equipos en cada proceso.

4.5.7. Balance de línea.

Se detallan todos los procesos que involucra la producción de grageas de chocolate basándose en los equipos disponibles por operación. Se toma como base la cantidad equipos destinados por zona, la velocidad de la máquina o de la operación, la cantidad de personal utilizado, la capacidad de producción por turno y los tiempos de operación por proceso; de esta manera se calcula el tiempo de ciclo en cada proceso y se determinan los cuellos de botella. Se muestra la variación que existe entre los tiempos de ciclo de los procesos de la planta y permite tomar decisiones para realizar el balance de línea y así obtener una producción más uniforme.

4.5.8. Hoja de cálculo.

Permite hallar determinados cálculos mediante la aplicación de fórmulas y de esta manera expresar los resultados en tablas de comparación.

V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Presentación de Resultados

5.1.1. Descripción del proceso inicial.

La planta de grageas de chocolate actualmente presenta una distribución por procesos, la cual puede ser visualizada en el Anexo N° 13. Cada proceso se ejecuta de manera sectorizada en diferentes zonas de las instalaciones, esto le permite ocupar en una misma área equipos iguales o similares en funcionabilidad y ejecución. Sin embargo, la capacidad de producción de la distribución actual no abastece la demanda programada y pronosticada para los siguientes meses. El Anexo N° 11 nos muestra el Mapa de Flujo de Valor (VSM) de esta distribución, en donde es posible apreciar las distintas operaciones por las que los insumos deben pasar para convertirse en el producto final, el cual será almacenado y posteriormente puesto a disposición de los clientes; así como las características más relevantes de los principales procesos, tales como la cantidad de operarios en el proceso, tiempos de ciclo, tiempos ociosos, eficiencia de equipos, turnos disponibles, porcentaje de reproceso, porcentaje de desperdicio, entre otros.

Luego del análisis del diagrama de relaciones de la distribución por procesos actual se determinó que ésta presenta oportunidades de mejora para poder aumentar la capacidad de producción, debido a la posición de las zonas y los movimientos del producto y materiales que se realizan. Para obtener oportunidades de mejora dentro de las instalaciones es necesario describir la ejecución de las operaciones actual, para ello, se recopiló información directamente de la planta en cuestiones de capacidades de equipo y personal requerido, así como los tiempos de carga, descarga, proceso y alistamientos mediante un estudio.




5.1.1.1. Almacenamiento de pasta de chocolate.

Para poder elaborar las grageas de chocolate se requiere como materia prima pasta de chocolate, que ya ha sido procesada y transportada desde otra planta a través de tanques móviles. Luego del transporte de la materia prima, se almacena este insumo dentro tanques estáticos dentro de la planta, los cuales están conectados mediante tuberías hacia las máquinas del primer proceso de elaboración.

Además, se requieren otros insumos que son necesarios en diferentes procesos, los cuales son solicitados al almacén y conservados en las instalaciones de la planta para su utilización inmediata. Los equipos o maquinarias necesarias para este proceso se resumen en la Tabla N° 5, así como el número de estas que están asignadas y sus respectivas capacidades.

Tabla N° 5.

Equipos de almacenamiento de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn) |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| Tanque móvil |  | 2 | 0.750 |
| Montacargas |  | 1 | 0.750 |
| Tanque estático 1 |  | 1 | 5.000 |

| | | | |
|-------------------|---|---|-------|
| Tanque estático 2 |  | 1 | 2.000 |
|-------------------|---|---|-------|

Nota. Se menciona el nombre de los equipos, una ilustración representativa, la disponibilidad y sus capacidades asociadas. Autoría propia.

5.1.1.2. Moldeo.

En este proceso se le da la forma característica de la gragea a la pasta de chocolate, de esta manera se puede manipular debido a su estado sólido. La pasta de chocolate es transportada a través de ductos hacia las moldeadoras de chocolate. Para que la pasta de chocolate puede tener la consistencia ajustada a la forma de la gragea, es necesario reducir su temperatura en el momento que se aplica el moldeo. Posteriormente se almacena este chocolate moldeado en jabs de plástico para su fácil transporte a lo largo de su recorrido, ya que luego serán transportadas hacia una cámara donde deberán reposar por una cierta cantidad de horas. Los equipos necesarios para este proceso se resumen en la Tabla N° 6, así como el número de estas por cada tipo y sus respectivas capacidades.

Tabla N° 6.

Equipos de moldeo de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn/turno) |
|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| Moldeadoras Tipo 1 |  | 2 | Promedio: 0.412 |

Moldeadoras Tipo
2



2

Promedio: 0.425

Nota. Se menciona el nombre de los equipos, una ilustración representativa, la disponibilidad y sus capacidades asociadas. Autoría propia.

5.1.1.3. Primer reposo.

Dado que el chocolate moldeado aún posee cierto porcentaje de agua en su composición a pesar de la disminución de temperatura en la zona anterior, es necesario dejar reposar este producto en proceso en una cámara especial con equipos evaporadores a una determinada temperatura hasta eliminar la humedad necesaria. El equipo necesario asignado para este proceso se resume en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7.

Equipo del 1° Reposo de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) |
|------------|---|----------------|
| Evaporador |  | 1 |

Nota. Se menciona el nombre el equipo, una ilustración representativa y la disponibilidad. No presenta una capacidad, ya que es un equipo que acondiciona un ambiente. Autoría propia.

5.1.1.4. Zarandeo.

Una vez que cumplieron con su etapa de reposo en la primera cámara, se transportan hacia la zona de zarandeo. En este proceso se busca eliminar las imperfecciones en el borde del chocolate moldeado, ya que, en dicha etapa, la solidificación hace que esta no sea uniforme. El zarandeo es posible gracias a una máquina de movimiento rotativo

llamado bombo, permitiendo que la fricción con las paredes, y entre los mismos chocolates moldeados, retiren directamente las imperfecciones, dejando como resultado una pieza con un borde totalmente uniforme. Los chocolates moldeados son introducidos a al bombo de forma manual y la capacidad del proceso está limitada a la capacidad del bombo, es decir que se obtendrán chocolates moldeados y zarandeados por vez luego de un determinado tiempo. La máquina mencionada asignada para este proceso se resume en la Tabla N° 8, así como la cantidad disponible de este y su respectiva capacidad.

Tabla N° 8.

Equipos de zarandeo de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn/turno) |
|--------|---|----------------|----------------------|
| Bombo |  | 1 | 0.300 |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, la disponibilidad y su capacidad asociada. Autoría propia.

5.1.1.5. Engomado.

El chocolate moldeado y zarandeado conforma lo que se le conoce como núcleo de la gragea. El núcleo es transportado a través de jabas hacia la siguiente etapa, la cual es el engomado. En este proceso se le aplica una capa de goma y una mezcla de insumos en polvo sobre el núcleo para darle un pre-recubrimiento, el cual permitirá a este la adhesión de las capas de jarabe y colorante en el proceso siguiente. La aplicación de los insumos en el engomado se desarrolla de forma manual mientras los núcleos van girando en una máquina similar a la del zarandeo. La máquina mencionada asignada

para este proceso se resume en la Tabla N° 9, así como la cantidad disponible de este y su respectiva capacidad.

Tabla N° 9.

Equipos de engomado de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn) |
|--------|---|----------------|----------------|
| Bombo |  | 1 | 0.140 |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, la disponibilidad y su capacidad asociada. Autoría propia.

5.1.1.6. Segundo reposo.

En esta etapa, al igual que en el primer reposo, se almacenan los núcleos engomados en una cámara de reposo a una determinada temperatura, esto con el fin de eliminar el porcentaje de humedad excedente, y de esta manera adquiriera una estructura más consistente y resistente preparándose para los siguientes procesos en donde se requiere aplicar movimientos de giro. El equipo necesario asignado para este proceso se resume en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10.

Equipos del 2° Reposo de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) |
|------------|---|----------------|
| Evaporador |  | 1 |



Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa y la disponibilidad. No presenta una capacidad, ya que es un equipo que acondiciona un ambiente. Autoría propia.

5.1.1.7. Confitado.

Al cumplir el determinado tiempo de reposo de los núcleos engomados, se transportan a través de coches móviles hacia equipos de confitado. El confitado consiste en la aplicación de capas de jarabe para formar la base que permitirá la adhesión del color característico de las grageas que se desee producir. El proceso de confitado es muy largo ya que se debe recubrir el núcleo con las suficientes capas de jarabe para proporcionarle un determinado color posteriormente, es decir, que solo se puede confitar un color a la vez. Es necesario que los núcleos engomados hayan cumplido su tiempo de reposo, ya que, al estar en movimiento giratorio dentro de las confiteras, estas sufrirán constantes fricciones entre sí. Al finalizar este proceso, se almacenan las grageas confitadas en jabas y estas a su vez en coches móviles, para luego ser transportadas a un punto específico de la planta en donde se encontrarán a temperatura ambiente. Los equipos necesarios para este proceso se resumen en la Tabla N° 11, así como el número de estas por cada tipo y sus respectivas capacidades.

Tabla N° 11.

Equipos de confitado de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn/turno) |
|-----------------------|---|-------------------|-------------------------|
| Equipo de confitado |  | 2 | 1.000 |
| Fajas transportadoras |  | 2 | 0.018 |

Nota. Se menciona el nombre de los equipos, una ilustración representativa, la disponibilidad y sus capacidades asociadas. Autoría propia.

5.1.1.8. Tercer reposo.

En este reposo es necesario esperar que el colorante aplicado en el proceso de confitado alcance una forma más sólida y adherida a la capa. Para ello, la gragea confitada es colocada en jabas a temperatura ambiente para que libere la humedad de la capa exterior.



5.1.1.9. Abrillantado.

Se transportan las grageas confitadas hacia la zona de abrillantado, para ello estas debieron haber cumplido un determinado tiempo de reposo. Este proceso es necesario para darle el brillo característico a la gragea, ya que luego del confitado estas tienen un color opaco y poco llamativo. Se aplica un tipo de cera natural para poder abrillantar las grageas en un bombo giratorio, en donde este insumo se esparce por todo el producto. Posteriormente a ello, se vuelven a almacenar en la zona de donde se

movilizaron inicialmente. El equipo mencionado asignado para este proceso se resume en la Tabla N° 12, así como el número de estas por cada tipo y sus respectivas capacidades.

Tabla N° 12.

Equipos del abrillantado de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn) |
|--------------|--|----------------|----------------|
| Bombo tipo 1 |  | 1 | 0.500 |
| Bombo tipo 2 |  | 1 | 0.250 |

Nota. Se menciona el nombre de los equipos, una ilustración representativa, la disponibilidad y sus capacidades asociadas. Autoría propia.

5.1.1.10. Mezcla de colores.

Una vez completada la cantidad necesaria de colores, las grageas abrillantadas se transportan hacia la zona de mezcla, en donde se ubica un bombo de movimiento giratorio que permitirá la ejecución de dicho proceso. Las grageas de diferentes colores se mezclan entre sí para que, al ser envasadas, se puedan obtener la combinación de todos los colores en pequeñas porciones. Al terminar la mezcla, esta se traslada hacia la zona de seleccionado. El equipo necesario asignado para este proceso se resume en la Tabla N° 13, así como su disponibilidad y su respectiva capacidad.

Tabla N° 13.

Equipos de mezcla de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn) |
|--------------|---|----------------|----------------|
| Bombo tipo 1 |  | 1 | 0.500 |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, la disponibilidad y su capacidad asociada. Autoría propia.

5.1.1.11. Seleccionado.

En este proceso se separan aquellas grageas con imperfecciones de las que cumplan las condiciones de forma, diámetro y de bordes mediante un seleccionado automático. Es en esta parte en donde existe un control de detección de metales para detectar la presencia de alguno si lo hubiese. Al terminar, las grageas quedan totalmente listas y disponibles para ser envasadas, para ello son trasladadas a la zona de envasado. Los equipos necesarios asignados para este proceso se resumen en la Tabla N° 14, así como el número de estas por cada tipo y sus respectivas capacidades.

Tabla N° 14.

Equipos de seleccionado de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn) |
|-----------------------|---|----------------|----------------|
| Seleccionadora tipo 1 |  | 1 | 0.003 |

| | | | |
|--------------------------|---|---|-------|
| Seleccionadora tipo 2 |  | 1 | 0.003 |
| Detector de metales |  | 2 | 0.003 |


Nota. Se menciona el nombre de los equipos, una ilustración representativa, la disponibilidad y sus capacidades asociadas. Autoría propia.

5.1.1.12. Envasado.

Las grageas son alimentadas en máquinas compuestas por balanzas computarizadas, en donde son envasadas en laminado según su tipo y presentación de peso neto. En esta misma zona son preparados manualmente las presentaciones de paquete. Parte del proceso incluye la codificación del envasado, esto es para poder identificar el lote del cual procede el paquete y así asegurar la trazabilidad del producto. Posteriormente, se acumulan todos los paquetes listos dentro de cajas y encima de parihuelas hasta completar la producción del turno, transportándose luego hacia el almacén de producto terminado. Las máquinas mencionadas para este proceso se resumen en la Tabla N° 15, así como la disponibilidad de este y su respectiva capacidad.

Tabla N° 15.

Equipos de envasado de la Distribución Inicial

| Equipo | Ilustración | Cantidad (Und) | Capacidad (Tn/turno) |
|------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| Envasadoras verticales |  | 4 | 1.125 |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, la disponibilidad y su capacidad asociada. Autoría propia.

5.1.2. Aplicación de la Metodología SLP.

La propuesta se basa en la aplicación de la Metodología SLP para la distribución en línea de la planta de grageas de chocolate. Para ello se plantea adaptar los pasos de la metodología para obtener la distribución más eficiente y de esta manera impactar de manera positiva en la capacidad de la producción.

5.1.2.1. Diagrama relacional gráfico.

En el primer paso, se identifican todas las zonas que son empleadas en cada operación en la elaboración de grageas de chocolate, se colocan en una lista y se representan en el gráfico del diagrama relacional para proceder a realizar las relaciones correspondientes según la leyenda planteada en la metodología SLP. Las zonas identificadas incluyen: el almacén de insumos, el almacén de pasta de chocolate, la zona de moldeo, la zona del 1° reposo, la zona de zarandeo, la zona de engomado, la zona del 2° reposo, la zona de confitado, la sala de reposo general, la zona de brillo y mezcla, la zona de seleccionado y la zona de envasado. A partir de las zonas identificadas se construye el diagrama relacional gráfico de la Distribución Inicial, tal como lo muestra la Figura N° 9, y se colocan los respectivos códigos de relación siguiendo las pautas de la Leyenda mostrada en la Tabla N° 16, la cual detalla el grado de necesidad en relación y el código a usar.

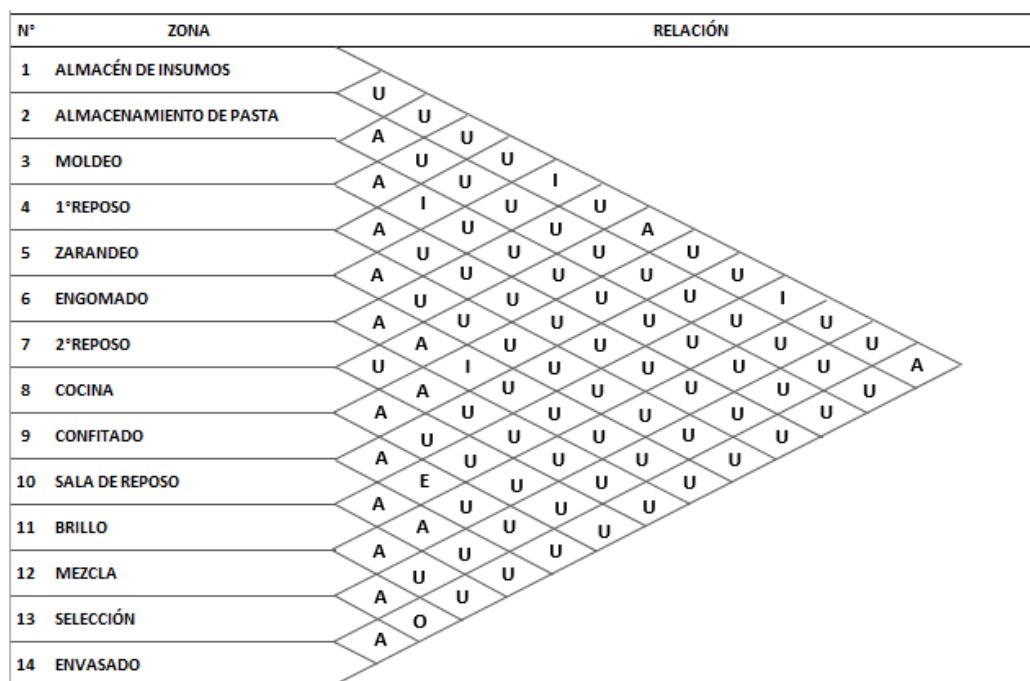


Figura N° 9. Diagrama relacional gráfico de la Distribución Inicial. Autoría propia.

Tabla N° 16.

Leyenda del diagrama relacional gráfico

| CÓDIGO | DEFINICIÓN |
|--------|--|
| A | Absolutamente necesario que estas dos zonas estén junto a la otra. |
| E | Especialmente importante. |
| I | Importante. |
| O | Ordinariamente importante. |
| U | Sin importancia. |
| X | No deseable. |

Nota. Autoría propia basada en Chase, Jacobs y Aquilano (2009).

5.1.2.2. Necesidad de espacio.

Para el segundo paso, debido a que la planta de grageas de chocolate es relativamente reducida en comparación a las demás plantas de la empresa, se considerará el área necesaria para la presencia de los equipos requeridos para la propuesta de distribución y que permita la movilidad del personal y de materiales dentro de las zonas, sin

limitaciones de paredes para aislamiento, a excepción de las zonas de moldeo, reposo, zarandeo y engomado, ya que en estas se precisa que la temperatura sea diferente a la del ambiente.

5.1.2.3. Diagrama relacional representado

En el tercer paso, una vez construido el diagrama relacional gráfico, se analiza la relación entre cada zona identificada para la elaboración de grageas de chocolate y empleando la nomenclatura de la leyenda. Luego, a partir de la Tabla N°17, el cual muestra en una tabla la información sintetizada del diagrama de relaciones gráfico con las respectivas zonas y relaciones que poseen con las demás, empleando los códigos de relación ya mencionados; y con base en el layout de la distribución inicial, observable en el Anexo N° 13, se representa el diagrama relacional tal como lo muestra la Figura N° 10. Como se observa, se considera la posición de cada zona y la representación de cada relación siguiendo las pautas de la leyenda de la Tabla N° 18 para cada código y su esquematización.

Tabla N° 17.

Cuadro de relaciones de la Distribución Inicial

| N° | ZONA | RELACIÓN | | | | | |
|----|-------------------------|----------|----|-------|---|---|---|
| | | A | E | I | O | U | X |
| 1 | ALMACÉN DE INSUMOS | 8, 14 | - | 6, 11 | - | 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 14 | - |
| 2 | ALMACENAMIENTO DE PASTA | 3 | - | - | - | 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 3 | MOLDEO | 2, 4 | - | 5 | - | 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 4 | 1°REPOSO | 3, 5 | - | - | - | 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 5 | ZARANDEO | 4, 6 | - | 3 | - | 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 6 | ENGOMADO | 5, 7, 8 | - | 1, 9 | - | 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 7 | 2°REPOSO | 6, 9 | - | - | - | 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 8 | COCINA | 1, 6, 9 | - | - | - | 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14 | - |
| 9 | CONFITADO | 7, 8, 10 | 11 | 6 | - | 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14 | - |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|------------|---|---|----|-----------------------------------|---|
| 10 | SALA DE REPOSO | 9, 11, 12 | - | - | - | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14 | - |
| 11 | BRILLO | 10, 12 | 9 | 1 | - | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14 | - |
| 12 | MEZCLA | 10, 11, 13 | - | - | 14 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | - |
| 13 | SELECCIÓN | 12, 14 | - | - | - | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 | - |
| 14 | ENVASADO | 1, 13 | - | - | 12 | - | - |

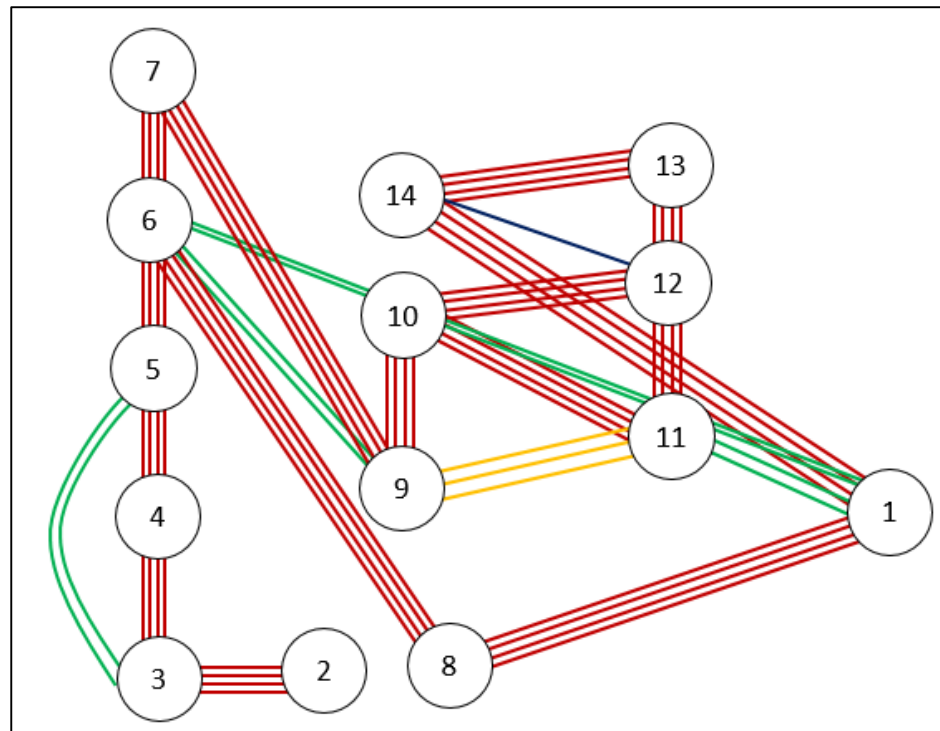







Tabla N° 18.

| CÓDIGO | DEFINICIÓN | REPRESENTACIÓN |
|--------|--|---|
| A | Absolutamente necesario que estas dos zonas estén junto a la otra. |  |
| E | Especialmente importante. |  |
| I | Importante. |  |
| O | Ordinariamente importante. |  |
| U | Sin importancia. | |
| X | No deseable. |  |

5.1.2.4. Relaciones de espacio

De igual manera, para el cuarto paso es necesario desarrollar un diagrama relacional representado para la propuesta, en la que las zonas con mayor necesidad de cercanía sean colocadas en una posición requerida, y eliminando la sala de reposo, la cual no es requerida en una distribución en línea. Se considera, además, como punto de referencia, la zona del confitado y cocina, las cuales están muy relacionadas y con equipos cuya desinstalación sería muy compleja, por lo que no se reubicarán, sino que a partir de dichas zonas se posicionarán las demás. La Figura N° 11 nos muestra el diagrama relacional finalizado para la propuesta y el cual sirve de esquema para una mejor visibilidad del layout de la distribución en línea.

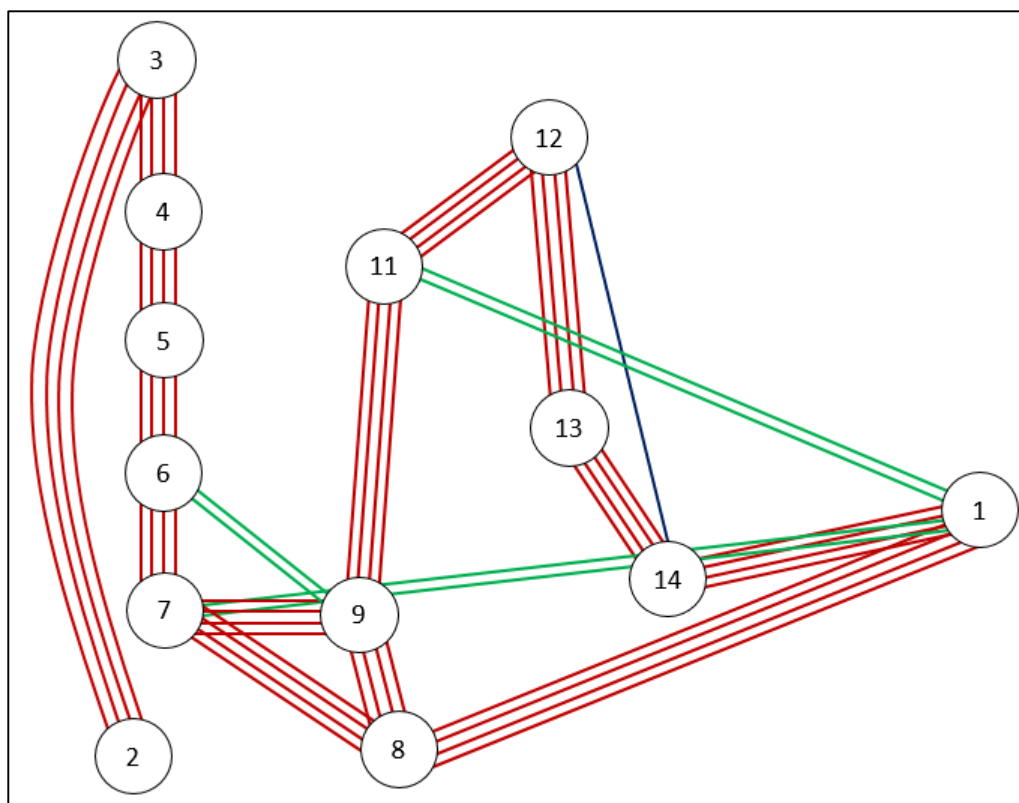


Figura N° 11. Diagrama relacional representado de la Propuesta de Distribución en Línea.

Autoría propia.

El quinto paso de la Metodología SLP se obviará, esto debido a que se considera la propuesta mostrada la más ideal, planteando la cercanía entre las zonas con alto nivel

de necesidad de relación y considerando que las zonas de confitado y cocina se mantendrán estáticos.

El sexto paso no podrá ser aplicado, ya que la presente investigación solo contempla la presentación de una propuesta, mas no la instalación de la distribución en línea planteada. Debido a las limitaciones explicadas, y complementándose esta información con el Checklist de implementación SLP, el cual se muestra en el Anexo N° 3, esta solo fue completada en 4 de los 6 pasos de la metodología.

5.1.3. Descripción de la propuesta.

El Anexo N° 12 nos muestra el Mapa de Flujo de Valor (VSM) de la propuesta de distribución en línea, en este es posible apreciar las diferencias en el flujo y en las características más relevantes de los principales procesos de esta distribución de manera resumida, tales como la cantidad de operarios en el proceso, tiempos de ciclo, tiempos ociosos, eficiencia de equipos, turnos disponibles, porcentaje de reproceso, porcentaje de desperdicio, entre otros.

5.1.3.1. Almacenamiento de pasta de chocolate.

Para un uso más eficiente de los espacios de la planta, se reubicarán los tanques de almacenamiento de pasta de chocolate.


5.1.3.2. Moldeo.

Las moldeadoras de chocolate se colocarán de forma unidireccional con sentido hacia la zona del primer reposo y reubicadas según el nuevo layout (Ver Anexo N° 14). Se implementarán túneles de enfriamiento en línea para reducir la humedad del chocolate moldeado, reduciendo de esta manera el tiempo de reposo de la siguiente etapa. El chocolate moldeado o núcleo será transportado mediante bandas internas del túnel

hacia fajas de transporte que estarán conectadas con el siguiente equipo. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 19, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 19.

Equipos adicionales de moldeo para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|----------------------------------|---|--|------------|
| Túneles de enfriamiento en línea |  | Equipo de enfriamiento que moviliza el producto en su interior a través de una faja transportadora de aproximadamente 10 metros de longitud y 1 metro de ancho de banda. La capacidad de transporte va desde los 50 a los 500 Kg/h. El equipo se compone de 3 secciones independizando las temperaturas entre segmentos. | 4 Unidades |


Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Dartico (2015).

5.1.3.3. *Primer reposo.*

Para optimizar esta parte del proceso, se conectarán los túneles de enfriamiento en línea del moldeo con túneles de enfriamiento en cascada, ya que es posible reducir la humedad de una gran cantidad de chocolate moldeado utilizando un corto espacio o área disponible. Este túnel de enfriamiento, apoyado con el anterior, logran reducir el tiempo de reposo necesario para que el chocolate moldeado logre la consistencia requerida, todo esto dentro de una línea continua. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 20, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 20.

Equipos adicionales del 1° Reposo para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|---|---|---|------------|
| Túnel de enfriamiento en cascada |  | Equipo de enfriamiento con un sistema de fajas internas de larga longitud de forma compacta, reduciendo el espacio que normalmente se emplearía para dicha distancia de recorrido de banda. El tiempo de estancia del producto a la temperatura deseada también será mayor. | 2 Unidades |


Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Dartico (2015).

5.1.3.4. Zarandeo.

El túnel de enfriamiento en cascada estará conectado mediante fajas transportadoras hacia el siguiente equipo, permitiendo que el procedimiento sea continuo. Para esta parte del proceso se reemplaza el bombo de zarandeo, siendo característico de una distribución por procesos, en donde se realiza por proporción de lote. La máquina que reemplazará el bombo es un equipo cilíndrico rotativo que usualmente se usa para azucarar golosinas, aprovechando el diseño del equipo y la funcionalidad que posee. Se adapta una estructura interna con agujeros con menor diámetro que el chocolate moldeado, de esta manera el movimiento y la fricción harán que se separen el exceso de rebaba de estos chocolates moldeados, así como aquellos núcleos que no cumplen con los parámetros de diámetro requeridos, cayendo hacia una bandeja inferior y asegurando que un núcleo que cumple con los estándares de calidad pase sin bordes hacia el proceso de engomado. Debido a que existen dos diámetros diferentes de chocolates moldeados, se adaptan dos equipos de zarandeo, uno para cada línea de producción. Finalmente, los núcleos zarandeados caerán a unos cangilones ascendentes, los cuales serán transportados hacia la entrada del próximo equipo. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 21, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 21.

Equipos adicionales de zarandeo para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|-------------------------------|---|---|------------|
| Equipo adaptado para zarandeo |  | Equipo constituido por un tambor cilíndrico interno rotativo y una estructura interna para tamizado. Las aletas internas en forma de espiral permiten que el producto se traslade desde la entrada hacia la salida. | 2 Unidades |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Shanghai Target Industry Co., Ltd. (2014).


5.1.3.5. Engomado.

De manera similar al proceso de zarandeo, se reemplaza el bombo por un equipo azucarador, siendo la única diferencia la presencia de una tolva dosificadora que facilite el esparcimiento de la mezcla de insumos en polvo, y otra tolva para la aplicación de la capa de goma. El movimiento giratorio del equipo permitirá que el núcleo de la gragea obtenga la capa de goma e insumos en polvo alrededor de toda su superficie. Este proceso al desarrollarse en línea, tendrá la ventaja de aumentar la capacidad de la producción ya que no será por proporción de lote. En la parte inicial se implementará una faja transportadora inclinada para enviar los chocolates moldeados a la entrada del equipo de engomado. Para continuar con el proceso en línea, se adaptan dos equipos de engomado, uno para cada tipo de diámetro del núcleo. En la parte final del equipo se colocará un sistema de bandas para la continuación del

siguiente proceso. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 22, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 22.

Equipos adicionales de engomado de la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|-------------------------------|--|--|------------|
| Equipo adaptado para engomado |  | Equipo constituido por un tambor cilíndrico interno rotativo y un sistema de cangilones ascendente. Presenta dos tolvas para la aplicación de goma y los insumos en polvo. | 2 Unidades |

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Blacknut Agri Food Machinery Pvt. Ltd. (2017).

5.1.3.6. Segundo reposo.

A través de un sistema de bandas se traslada el producto engomado hacia un túnel de enfriamiento en cascada, idéntico al del primer reposo. Al finalizar el reposo, se recepciona el producto en jabas plásticas para ser transportadas hacia la zona de confitado.


5.1.3.7. Confitado.

El confitado es un proceso con una duración relativamente prologada, por lo que significa una interrupción de la distribución en línea y debe desarrollarse mediante la

distribución por procesos con los equipos disponibles. El proceso de confitado no varía según las condiciones descritas anteriormente, sin embargo, dado que estos equipos cuentan con la funcionalidad de secado, se realizará dicho proceso como segunda etapa luego del confitado, de esta manera se absorbe el 3° Reposo, estirando el tiempo de duración del producto dentro dichos equipos. Además, para balancear la línea, es necesario incorporar al sistema una confitera adicional, dada la capacidad requerida y la tecnología disponible, se opta por un equipo con capacidad del doble de los otros equipos. Se movilizan las jabas con los núcleos engomados hacia la zona de confitado y se procede a cargar el equipo con una faja transportadora inclinada. La descarga se realiza mediante la faja transportadora ya mencionada, y se almacenan las grageas nuevamente en jabas plásticas para ser movilizadas hacia la zona de abrillantado. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 23, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 23.

Equipos adicionales de confitado para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|---------------------|---|--|-----------|
| Equipo de confitado |  | Equipo de confitado automático operado por PLC, para revestimiento de jarabe y chocolate. Presenta capacidades desde 250 kg hasta 3000 kg. | 1 Unidad |


Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en REPCO (2016).

5.1.3.8. *Abrillantado.*

Para facilitar el proceso de abrillantado, se empleará un equipo similar al del zarandeo, con la ausencia de la estructura interna incorporada para el tamizado, esto con el fin de permitir que la cera se esparza de forma correcta. En la boca externa es necesario adaptar una plataforma metálica en forma de tamizador con un motor vibrador para el retiro de residuos generados en el confitado. Para el aseguramiento del correcto abrillantado es necesario adaptar dos equipos en secuencia por tipo de producto, esto para proporcionarle a la gragea el tiempo requerido en el tambor interno y de esta manera darle la brillantez característica. Al finalizar el recorrido, se receptionan las grageas abrillantadas en jabs plásticas para ser transportadas a la zona de mezcla. La descripción y la ilustración del equipo designado para este proceso se resumen en la Tabla N° 24, así como la cantidad necesaria de este para la operación.

Tabla N° 24.

Equipos adicionales de abrillantado para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|--|---|--|------------------|
| Equipo adaptado para abrillantado |  | Equipo constituido por un tambor cilíndrico interno rotativo y un tamizador vibrador en la salida. | 4 Unidades |




Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Shanghai Target Industry Co., Ltd. (2014).

5.1.3.9. Mezcla de colores.

La mezcla se realizará mediante un sistema de silos o contenedores verticales. Según el color de la gragea, se transporta la gragea abrillantada hacia el respectivo silo, este estará conectado a través de un conducto vibratorio hacia un sistema de balanzas computarizadas, llamada pesadora multicabezal, el cual, mediante una secuencia de dosificación, irán liberando la carga almacenada hacia un tambor inferior, que se encargará de realizar la mezcla final de las grageas de todos los colores. La descripción y la ilustración de los equipos designados para este proceso se resumen en la Tabla N° 25, así como la cantidad necesaria de estos para la operación.

Tabla N° 25.

Equipos adicionales de mezcla para la Propuesta

| Equipo adicional | Ilustración | Descripción | Necesidad |
|-----------------------------|---|---|-------------|
| Silo adaptado |  | Contenedor adaptado para el proceso de mezclado. Presenta abertura superior para ingreso del producto y bocas de salida inferior. Capacidad del silo: 600 kg de producto. | 10 Unidades |
| Pesador multicabezal |  | Sistema de pesado para múltiple dosificación, con capacidad para variación de volumen y velocidad. | 2 Unidades |
| Mezclador de sólidos |  | Mezclador industrial para ser usado en línea, con la facilidad de adaptabilidad para la mezcla del contenido a través de la | 2 Unidades |

implementación de cabezales
necesarios.

Nota. Se menciona el nombre del equipo, una ilustración representativa, una breve descripción y la cantidad requerida para el proceso. Autoría propia basada en Dongguan Qizheng Plastic Machinery Co., Ltd. (2017); Interempresas (2019); REPRASER (2020).

5.1.3.10. Seleccionado.

El equipo de seleccionado se adapta para que el proceso se desarrolle en línea, ya que se complementará al mezclador. De igual manera, se transportará el producto seleccionado a través de una faja transportadora, pasando por un detector de metales y cayendo posteriormente en las tolvas de las envasadoras. Cada seleccionadora se dividirá en dos fajas transportadoras, esto para que se conecte con las 2 envasadoras para cada tipo, tal como lo muestra el punto 12 en el Anexo N° 14.

5.1.3.11. Envasado.

Las grageas seleccionadas llegan hacia la tolva abastecedora de las envasadoras respectivas y el proceso de envasado se desarrolla de la manera ya descrita. Se regula el abastecimiento de las tolvas para que se adapte a la velocidad de envasado.

Como se describe, la cantidad de procesos fueron reducidas de 10 a 9 procesos principales en la propuesta de distribución en línea al aplicar la metodología SLP. Se consideraron como procesos no principales al almacenamiento de insumos, almacenamiento de chocolates, cocina. Por último, para efectos de cálculo los procesos de mezcla y brillo serán considerados como uno solo, esto debido a la continuidad que poseen entre operaciones.

5.1.4. Recurso humano.

Se calcula el costo de horas-hombre estimado en un lapso de tiempo para la producción de grageas de chocolate con la propuesta de distribución en línea y se compara con la distribución por procesos. Para este caso, el cálculo de Costo de MOD del turno será:

$$\text{Costo de MOD/Turno} = \text{Costo Hr} - \text{Hb} \times \text{Hr} - \text{Hb/Turno}$$

Los datos se obtienen a partir del Cuadro de Balance Inicial (Ver Anexo N° 19) y el Cuadro de Balance de la Propuesta de Distribución en Línea (Ver Anexo N° 20). Se considera un costo de Hora-Hombre de S/24.00, dando como resultado el costo de MOD/Turno en ambos casos, cálculo que es visible en la Tabla N° 26.

Tabla N° 26.

Resumen del cálculo de Recurso Humano

| Distribución | Inicial | Propuesta | Variación |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Cantidad de personas/Turno | 17 | 14 | -3 |
| Horas-Hombre/Turno | 119.08 | 105.25 | -13.83 |
| Costo de MOD/Turno | S/ 2,858.00 | S/ 2,526.00 | S/ -332.00 |

Nota. La necesidad de recurso humano para los procesos es medida a través de las Horas-Hombre y esto permite calcular el costo de MOD por turno. Autoría propia.

A partir de la comparación mostrada en la Tabla N° 26, es posible decir que la propuesta permite la reducción de los costos relacionados al recurso humano en un 11.62%.

5.1.5. Productividad.

En este caso, la productividad será definida como la razón entre la cantidad producida y las horas-hombre empleadas, los cuales son detallados por proceso en el Cuadro de Balance Inicial (Ver Anexo N° 19) y el Cuadro de Balance de la Propuesta de Distribución en Línea (Ver Anexo N° 20). Debido a que la cantidad de kilogramos por

lote o batch en cada proceso es diferente por la transformación del producto durante las etapas, se manejará la equivalencia por batch para el cálculo de la cantidad producida de dichos procesos. Entonces, la productividad se calcula a partir de:

$$\text{Productividad}(\text{Batch}/\text{Hr} - \text{Hb}) = \frac{\text{Producción}(\text{Batch}/\text{Turno})}{\text{Horas} - \text{Hombre}/\text{Turno}}$$

Dado que la capacidad de la planta está limitada a la capacidad del proceso más lento o cuello de botella, se puede calcular la productividad de ambos casos, tal como lo muestra la Tabla N° 27.

Tabla N° 27.

Resumen del cálculo de Productividad

| Distribución | Inicial | Propuesta | Variación |
|--|----------------|------------------|------------------|
| Producción (Batch/Turno) | 1.28 | 1.99 | 0.716 |
| Horas- Hombre/Turno | 119.08 | 105.25 | -13.83 |
| Productividad por turno (Batch/Hr-Hb) | 0.011 | 0.019 | 0.008 |

Nota. Se toma de referencia el cálculo de productividad asociada al recurso humano.

Autoría propia.

A partir de la comparación mostrada en la Tabla N° 27, es posible decir que, con la propuesta, la productividad varía en un 76.61%.

5.1.6. Tiempos de ciclo.

Para poder determinar si es que los tiempos de ciclo de cada proceso están nivelados con el tiempo de ciclo del sistema (planta) es necesario plantear un índice de minutos por batch, el cual es definido como nivelado al sistema cuando la relación se iguala al valor de 1.

$$\text{Índice de minutos por batch} = \frac{\text{Tiempo de ciclo menor del sistema}}{\text{Tiempo de ciclo del proceso}}$$

Estos datos son extraídos del Cuadro de Balance Inicial (Ver Anexo N° 19) y el Cuadro de Balance de la Propuesta de Distribución en Línea (Ver Anexo N° 20). Luego, se calculan los índices de minutos por batch de cada proceso, tal como lo muestra la Tabla N° 28

Tabla N° 28.

Resumen de Tiempos de Ciclo

| Distribución | Inicial | | Propuesta | |
|------------------------|--|------------------------------------|--|------------------------------------|
| Proceso | Tiempo de ciclo (Min/Batch) | Índice de minutos por batch | Tiempo de ciclo (Min/Batch) | Índice de minutos por batch |
| Moldeado | 171.94 | 0.51 | 171.94 | 0.84 |
| Reposo 1 | 171.94 | 0.51 | 171.94 | 0.84 |
| Zarandeo | 88.13 | 1.00 | 160.00 | 0.91 |
| Engomado | 214.60 | 0.41 | 160.00 | 0.91 |
| Reposo 2 | 374.57 | 0.24 | 160.00 | 0.91 |
| Confitado | 287.07 | 0.31 | 179.54 | 0.81 |
| Reposo 3 | 107.65 | 0.82 | - | - |
| Brillo y mezcla | 376.25 | 0.23 | 145.00 | 1.00 |
| Selección | 96.67 | 0.91 | 145.00 | 1.00 |
| Envasado | 218.45 | 0.40 | 218.45 | 0.66 |
| Promedio: | | 0.535 | Promedio: | 0.875 |

Nota. El índice de minutos por batch se interpreta como la relación entre el menor tiempo de ciclo del sistema y el tiempo de ciclo del proceso. Autoría propia.

Como se había explicado anteriormente, el 3° Reposo es absorbido por el Confitado (Ver punto 5.1.3.7.), esto debido a que los equipos tienen la facultad de reducir la humedad de la gragea luego de ser confitada, significando una mayor cantidad de tiempo de utilización de estas máquinas, incrementando así el tiempo de ciclo de este

proceso. A partir de la comparación mostrada en la Tabla N° 28, es posible decir que la propuesta presenta una óptima nivelación de sus tiempos de ciclo, ya que el promedio de índices de minuto por batch de la distribución inicial es de 0.535, y el de la propuesta es de 0.875, el cual se acerca más al valor de 1.

Una vez realizada la estimación de la incidencia en el recurso humano, la productividad y los tiempos de ciclo; y al plantearse la distribución en línea, se puede calcular la capacidad de producción en ambos casos tal como lo muestra la Tabla N° 29.

Tabla N° 29.

Resumen de cálculo de la Capacidad de Producción

| Distribución | Inicial | Propuesta | Variación |
|---|----------------|------------------|------------------|
| Producción (Batch/Turno) | 1.28 | 1.99 | 0.716 |
| Equivalencia (Kg/Batch) | 1000.00 | 1000.00 | - |
| Capacidad de producción (Kg/Turno) | 1275.75 | 1991.34 | 715.591 |

Nota. La equivalencia de batch permite el cálculo de la capacidad de producción expresada en kg. Autoría propia.

A partir de la comparación mostrada en la Tabla N° 29, se puede observar el aumento en un 56.09% de la capacidad de producción de la planta con la distribución en línea.

5.2. Contrastación de Hipótesis

5.2.1. Contrastación de la Hipótesis General.

H₀: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP no aumenta la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate.

H_a: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP aumenta la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate.

Luego de analizar los resultados de la variable, se estima que la capacidad de producción se incrementa en un 56.09%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H_a, ya que se valida que la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP aumenta la capacidad de producción de la planta.

5.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1.

H₀: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP no optimiza el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate.

H_a: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP optimiza el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate.

Luego de analizar los resultados de esta dimensión, se estima que los costos relacionados al recurso humano se reducen en un 11.62%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H_a, ya que se valida que la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP optimiza el recurso humano empleado en la planta.

5.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2.

H₀: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, no varía la productividad en una planta de grageas de chocolate.

H_a: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, varía la productividad en una planta de grageas de chocolate.

Luego de analizar los resultados de esta dimensión, se estima que la productividad aumenta en un 76.61%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H_a, ya que se valida que la

propuesta de diseño de distribución en línea con SLP varía la productividad de la planta.

5.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 3.

H₀: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP no balancea los tiempos de ciclo entre procesos en una planta de grageas de chocolate.

H_a: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP balancea los tiempos de ciclo entre procesos en una planta de grageas de chocolate.

Luego de analizar los resultados de esta dimensión, se estima que el índice de minutos por batch de la propuesta es de 0.875, siendo más cercano al valor de 1 en comparación con el índice de minutos por batch de la distribución inicial con 0.535. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H_a, ya que se valida que la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP balancea los tiempos de ciclo entre procesos en la planta.

5.3. Discusión de Resultados

La presente investigación plantea una propuesta de distribución en línea de manera teórica, es decir, que no contempla la etapa de implementación del layout, dado que la misma requiere una considerable inversión. Por tal motivo, la capacidad de producción y sus dimensiones son estimados a través del estudio de tiempos y datos recogidos directamente de planta. Así, los resultados obtenidos se sostienen en información que refleja puntualmente las características de los procesos y los recursos empleados para la elaboración de grageas de chocolate, permitiendo realizar estimaciones de los indicadores que componen este estudio para el cálculo de capacidad de producción.

Los resultados pueden ser generalizados en el contexto de plantas industriales que manejen una distribución por procesos y tienen la posibilidad de invertir en una distribución en línea para el aumento de la capacidad de producción, con la condicional de que los procesos tengan la posibilidad de ser automatizados. Si bien, la presente tesis se desarrolló en una planta de alimentos, el procedimiento realizado para las estimaciones de los resultados y el diseño de la propuesta, pueden ser replicados en otros rubros si cumplen con las condicionales descritas anteriormente.

Assia y Rivera (2017), al igual que la presente investigación, presentan de forma teórica una propuesta de distribución. Esto se realizó mediante estimaciones de la capacidad de producción que adquiriría la planta luego de la implementación, la cual mejoraría en un 400%; esto es considerablemente mayor en comparación al aumento de 56.09% del presente estudio. Para los autores, el recurso humano es estudiado desde un punto de vista de optimización, el cual es empleado en 16 horas diarias de producción mediante jornadas de excesiva carga laboral y que podría ser aligerada con la nueva distribución mediante un mejoramiento de los movimientos y recorridos de las personas dentro de la planta y reduciendo las largas esperas o paradas, esto sin variar el personal actual; a diferencia de la presente investigación que plantea reducir los costos del recurso humano en un 11.62%. Debido a que los autores no optaron por una variación del recurso humano en su propuesta, la productividad se incrementa en proporción directa a la capacidad de producción; en comparación a la presente investigación que estima una variación de la productividad del 76.61% con la propuesta mediante la optimización del capital humano. En el caso de los tiempos de ciclo, son estudiados en totalidad y se estima una mejora del 20%; a diferencia de la presente investigación, cuyo objetivo es describir el balance de los tiempos de ciclo entre procesos mediante una relación con el tiempo de ciclo menor del sistema, buscando una aproximación al 100%.

Castillo (2016) enfoca su trabajo a la reducción de costos operacionales y el incremento del cumplimiento de demanda sin emplear la metodología SLP, estimando sus resultados a partir de un software de simulación; en comparación con la presente investigación que busca el incremento de la capacidad productiva en respuesta a una demanda cada vez mayor, empleando dicha metodología y con estimaciones realizadas en hojas de cálculo. Entre los resultados obtenidos por la autora, se estima un crecimiento del cumplimiento de órdenes de entrega del 28.32%, el cual puede ser interpretado como una mejora en la capacidad de producción para lograr dicha meta; una comparativa menor al 56.09% de aumento de capacidad productiva obtenida en la presente investigación. Con respecto a la productividad, la autora lo relaciona con la mejora en los tiempos de flujo, siendo esta del 18.14%; mientras que la variación de productividad de esta tesis es del 76.61%, la cual es considerablemente mayor en comparación. La autora hace mención a la reducción de 3.87 horas del tiempo total del proceso; esto sin enfocarse en el balance de tiempos entre procesos, en comparación con esta tesis que sí buscaba dicho objetivo.

Espinosa y Vásquez (2015), en su trabajo, presentan dos alternativas de distribución empleando la metodología SLP y estimando su viabilidad mediante el análisis de costo-beneficio; en comparación con la presente investigación que propone una alternativa única de distribución para el logro del objetivo del estudio. Con respecto al recurso humano, los autores mencionan la necesidad de personal extra para ambas propuestas, pero solo para la implementación y no como un recurso humano constante para sus operaciones; en comparación, esta investigación busca optimizar el recurso humano desde la perspectiva de costos de mano de obra. Con respecto a la productividad, los autores mencionan implícitamente su relación con la mejora en las distancias recorridas para la ejecución de las actividades del personal, esto debido a que un menor recorrido conlleva mayor tiempo disponible del recurso humano para las operaciones, por lo que se observa una estimación

de mejora del 25.98% para la propuesta 1 y del 20.62% para la propuesta 2; comparándolo con la variación de productividad de esta tesis, el cual fue de 76.61%, se observa una considerable diferencia. Por último, los autores no enfocan su trabajo en el balance de los tiempos de ciclos entre procesos o del sistema; objetivo que sí es planteado y estudiado en esta investigación.

Cusma (2018), en su tesis, utiliza algunas herramientas planteadas para la metodología SLP, sin embargo, no abarca este sistema específicamente para desarrollar la distribución de las instalaciones del estudio, sino que utiliza las 5S como herramienta base; es posible compararla con el presente investigación en que esta toma como base el SLP. Su objetivo principal era la reducción de costos de producción; mientras que esta tesis tiene por objetivo el aumento de la capacidad de producción de la planta. Con respecto al recurso humano, el autor no menciona explícitamente algún beneficio, sin embargo, es posible inferir que la reducción de movimientos contribuye a una mayor disponibilidad del personal dada la disminución de tiempos de recorrido, siendo uno de sus resultados, la reducción del 46.44%; en comparación con este estudio que estima una optimización de solo el 11.62% de los costos relacionados al recurso humano, menor al obtenido por la propuesta del autor. Con respecto a la productividad, nuevamente el autor no hace una mención explícita, sino que es posible relacionarla a una productividad por consumo eléctrico, el cual mejora en un 73.81%; en comparación al presente estudio que realiza sus estimaciones en base a una productividad por Hora-Hombre y cuyo resultado estimado fue una variación del 76.61%, muy similar al obtenido por el autor. Por último, con respecto a los tiempos de ciclo, el autor plantea una reducción del tiempo total del proceso mediante la mejora del método de trabajo; en comparación a esta tesis que busca el balance entre los tiempos de ciclo de los procesos.

Infa (2016) también presenta una propuesta de diseño de distribución para una planta de alimentos utilizando la metodología SLP como base en su estudio, al igual que la presente

investigación. El autor estima que la capacidad de producción, con la propuesta, aumentará en un 193.7%; en comparación con el 56.09% de aumento de capacidad de producción de esta tesis, considerablemente menor a la obtenida por el autor. Con respecto al recurso humano, se puede estimar una optimización del 28.57% empleando los datos sobre el personal que el autor proporciona; esto es mayor en comparación con esta tesis, en la que se estima una optimización de los costos relacionados al recurso humano en un 11.62%. El autor emplea un indicador de productividad muy similar a la de esta investigación, utilizando la relación de producción media por Hora-Hombre, el cual se puede estimar en un aumento del 68.16% para el último año de proyección; este resultado es muy cercano a la variación de productividad del 76.61% de esta tesis. Con respecto a los tiempos de ciclo, el autor describe la situación actual de estos, sin embargo, no hace mención a la estimación de la mejora de los tiempos o al balance; a diferencia con esta tesis, que sí describe el balance de los tiempos de ciclo entre procesos.

De igual forma, Carpio-Tirado (2016), planteó una propuesta de distribución de planta para mejorar la capacidad de producción, todo esto a partir del levantamiento de información empleando diagramas y una matriz de balance de línea, muy similar a la presente investigación que empleó el balance de línea con estimaciones en base a datos recopilados de la planta. Además, cabe mencionar que el autor emplea la metodología SLP en la estructuración de su propuesta, siguiendo un análisis cualitativo para la obtención de 3 propuestas y seleccionando la más óptima a través de un análisis cuantitativo; en comparación con esta tesis, la cual empleó la metodología y presenta solo una propuesta de distribución. El autor divide su estudio en dos grupos o familias de producción, A y E, teniendo como parte de sus resultados el aumento de la capacidad de producción del 94.1% y el 73.4%, respectivamente, para la mejor propuesta; resultado mayor al obtenido en esta tesis con una estimación de aumento del 56.09%. Con respecto al recurso humano, el autor

plantea la reubicación del personal entre ambos grupos de producción, sin variar la cantidad total, aumentando el capital humano en un 29.41% para el grupo A y disminuyéndolo en un 20% para el grupo E, y representando una variación del 0% o nula en su totalidad; por otra parte, la presente tesis sí estima una optimización del recurso humano total en un 11.62%. El autor no estima cálculos directos para la productividad, pero es posible estimarla dado que la capacidad de producción aumenta manteniéndose el mismo capital humano, siendo directamente proporcional al 94.1% y 73.4% para los grupos A y E, respectivamente; estos resultados son cercanos a la variación de productividad del 76.61% de la presente investigación. Con respecto a los tiempos de ciclo, el autor hace mención de tiempos de producción, los cuales disminuyen en un 96.94% y 26.5% para los grupos A y E, respectivamente, sin hacer estimaciones para un balance entre procesos; por el contrario, esta tesis sí plantea un balance de tiempos de ciclo entre procesos, estimando una aproximación de balance con factor de 0.875 o 87.5%. Por último, el autor hace énfasis en un análisis financiero y económico a través del TIR y VAN para sustentar la viabilidad de su proyecto, análisis que no fue contemplado en la presente investigación.

Debido a que no se contaba con un presupuesto para la investigación, no fue posible implementar la distribución en línea, siendo esta una limitante para un estudio experimental y así observar el comportamiento real en la capacidad de producción. Además, la empresa dispuso limitaciones para la presentación de algunos datos por cuestiones de confidencialidad. Es por esta situación que no se puede mostrar dentro de este trabajo el análisis financiero para determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto, abarcando netamente un análisis productivo de capacidades.

En cuanto a la contrastación de hipótesis, bajo los cálculos realizados basado en estimaciones, fueron contrastadas todas las hipótesis aceptándose en su totalidad.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. La propuesta de distribución en línea con SLP tuvo un alcance de 4 de 6 pasos de la metodología, estimándose un aumento de la capacidad de producción en un 56.09% en la planta de grageas de chocolate; esto debido a que, dicha propuesta, manifiesta mejoras en las tres dimensiones mencionadas: recurso humano, productividad y tiempos de ciclo, las cuales presentaron óptimos cambios mediante el cálculo de estimaciones de los indicadores planteados.
2. El recurso humano empleado en la propuesta de distribución en línea difiere de la distribución inicial en la ausencia de necesidad de tres puestos de trabajos, esto debido a la automatización de los procesos de zarandeo, engomado, brillo, mezcla y selección y al balance en la carga de trabajo en el envasado; representando una optimización del 11.62% en la reducción de Horas-Hombre y costos relacionados a la mano de obra directa.
3. Una distribución automatizada permite que la producción sea continua y con una menor cantidad de horas-hombre empleadas en cada etapa de la elaboración de las grageas de chocolate, a excepción del proceso de confitado que se ejecuta de manera aislada de la línea de producción. Mediante la evaluación, se estimó una variación de la productividad en un 76.61%.
4. La presencia de nuevos equipos y la adaptabilidad de las velocidades de las máquinas en la distribución en línea propuesta permiten el balance de los tiempos de ciclo, reduciendo los tiempos de espera entre procesos, disponiendo una producción continua y sin generación de stocks en espera; esto representó un promedio de índice de minutos por batch de 0.875, muy cercano al valor de 1.

6.2. Recomendaciones

1. Es necesario reconocer y analizar primero el sistema de producción, recolectando información a partir de la observación, información relacionada a la descripción, los tiempos de operación y las cantidades procesadas de cada etapa del proceso; ya que son estos datos la base con la que se construyen las propuestas de mejora y nuevas distribuciones.
2. La optimización del recurso humano empleado surge a partir de la automatización y/o la fusión de algunos procesos, para ello se requiere analizar la utilización de las máquinas operadas y los tiempos en los cuales estas no están operativas, traduciéndose en tiempos muertos del personal.
3. Para hallar la productividad por operación y total, mediante la evaluación, se necesita encontrar una equivalencia en la capacidad de producción de cada proceso, en el caso del presente estudio se calculó en base a batches o lotes; esto debido a que el producto sufre una transformación constante en cada etapa, adicionando nuevos insumos y/o perdiendo parte de este, influyendo directamente en el peso o la cantidad producida en la salida de cada proceso.
4. Para balancear los tiempos de ciclo del sistema, se sugiere realizar un análisis con base en el tiempo de ciclo más corto del sistema; sin embargo, para la toma de decisiones en la incorporación de nuevas máquinas, la automatización de algunas operaciones o la transformación de los procesos dentro de una distribución en línea, se necesita enfocarse en el proceso con el tiempo de ciclo más largo.
5. Es necesario complementar la investigación con estudios posteriores que afiancen las estimaciones mencionadas, esto a partir de la adquisición e implementación de los equipos descritos para la distribución en línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assia, D., & Rivera, J. (2017). *Propuesta de Diseño de Planta de la Empresa Dulcemanía Gourmet para aumentar la Capacidad Instalada (Proyecto de grado para optar al Título de Ingeniero Industrial)*. Santiago de Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/10121>
- Blacknut Agri Food Machinery Pvt. Ltd. (2017). *Agri Food Processing Machinery*. Obtenido de Blacknut Agri Food Machinery Pvt. Ltd.: <https://www.blacknut.in/>
- Carpio-Tirado, L. (2016). *Propuesta de redistribución de planta para una empresa de Confección Textil (Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial)*. Arequipa, Perú: Universidad Católica San Pablo. Obtenido de <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15437>
- Castillo, J. (2016). *Propuesta de Redistribución de Planta para la Reducción de Costos Operacionales y Aumento en la Tasa de Cumplimiento de Órdenes de Entrega en una Empresa Metalúrgica (Proyecto de grado para optar al Título de Ingeniero Industrial)*. Santiago de Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/7983>
- Centro de Comercio Exterior [CCEX]. (2017). *Importaciones de Golosinas a Base de Chocolate*. Lima: Cámara de Comercio de Lima.
- Centro de escritura Javeriano (Ed.). (2019). *Normas APA Sexta Edición*. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de https://www2.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/normas_apa_revisada_y_actualizada_mayo_2019.pdf

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Compañía Nacional de Chocolates de Perú S.A. (2017). *Compañía Nacional de Chocolates de Perú*. Obtenido de <http://www.chocolates.com.pe/es/home>
- Cusma, N. (2018). *Propuesta de mejora en la distribución de planta y los métodos de trabajo para reducir el costo de producción de alimentos procesados en un supermercado (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial)*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. doi:10.19083/tesis/625135
- Dartico. (2015). *Túneles de enfriamiento continuo*. Obtenido de Dartico: <http://www.dartico.com>
- Dongguan Qizheng Plastic Machinery Co., Ltd. (2017). *Maquinaria plástica Co., Ltd. de Dongguan Qizheng*. Obtenido de Dongguan Qizheng Plastic Machinery Co., Ltd.: <https://www.plasticmixermachine.com/>
- Espinosa, A., & Vásquez, B. (2015). *Propuesta de Mejoramiento en la Distribución del Área de Producción en la Empresa CTR en Bogotá (Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Industrial)*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/12936>
- Euromonitor International. (2019). *Chocolate Confectionery in Peru [Confitería de Chocolate en el Perú]*. Londres: Euromonitor International. Obtenido de <https://www.euromonitor.com/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

- Infa, J. (2016). *Propuesta de Diseño de la Distribución de una Planta de Bocaditos y Botanas de la Industria Alimentaria, Arequipa 2016 (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial)*. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5848>
- Interempresas. (2019). *Envasef Procesos Eficientes, S.L. - Pesadoras multicabezales alimentarias*. Obtenido de Feria virtual - Interempresas: <http://www.interempresas.net>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima ed.). México D.F., México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. Obtenido de https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds
- Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- REPCO. (2016). *DUMOULIN*. Obtenido de Representaciones Confiteras S.L.: <http://www.repco.es/shop/dumoulin/>
- REPRASER. (2020). *Mezcladores en Línea*. Obtenido de REPRASER: <http://www.repraser.com/>
- Shanghai Target Industry Co., Ltd. (2014). *Professional Candy, Biscuit and Chocolate Machine Manufacturer*. Obtenido de Shanghai Target Industry Co., Ltd.: <http://www.tgmachine.com/>
- Valencia Rodríguez, M. (2005). El capital humano, otro activo de su empresa. *Entramado, Volumen I(2)*, 20-33. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265420471004.pdf>

Vara Horna, A. A. (2012). *Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. Lima, Perú: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

| PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICO | OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO | HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA | VARIABLES E INDICADORES | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| Problema General: ¿De qué manera el diseño de distribución en línea con SLP aumentará la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate? | Objetivo General: Proponer un diseño de distribución en línea con SLP para aumentar la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate. | Hipótesis General: La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP aumenta la capacidad de producción en una planta de grageas de chocolate. | Variables: X: Diseño de distribución en línea con SLP. Y: Capacidad de producción. | Tipo: Aplicada. Nivel: Descriptivo. Diseño: Descriptivo comparativo. | Método: No experimental. Técnicas de investigación: – Observación estructurada. – Checklist de implementación SLP. – Toma de tiempos. – DOP. – DAP. |
| Problemas Específicos: – ¿De qué manera el diseño de distribución en línea | Objetivos Específicos: – Optimizar el recurso humano empleado con la propuesta de | Hipótesis Específicas: – La propuesta de un diseño de | Indicadores de la V1.: – Cantidad de procesos. – Porcentaje de aplicación. | | |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| con SLP optimizará el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate? | diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate. | distribución en línea con SLP optimiza el recurso humano empleado en una planta de grageas de chocolate. | Indicadores de la V2.: | – Mapa de flujo de valor (VSM). |
| – ¿De qué manera la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, variará la productividad en una planta de grageas de chocolate? | – Evaluar la productividad en la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate. | – La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP, mediante la evaluación, varía la productividad en una planta de grageas de chocolate. | – Horas-hombre. – Batches por Hora-hombre. – Índice de minutos por batch. | – Diagrama relacional gráfico. – Diagrama relacional representado. – Layout de distribución. – Balance de línea. – Hoja de cálculo. |
| – ¿De qué manera el diseño de distribución en línea con SLP balanceará los tiempos de ciclo entre procesos en una | entre procesos con la propuesta de diseño de distribución en línea con SLP en una planta de grageas de chocolate. | – La propuesta de un diseño de distribución en línea con SLP | | |

planta de grageas de
chocolate?

balancea los
tiempos de ciclo
entre procesos en
una planta de
grageas de
chocolate.

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|--|------------------|---------------------------------|
| Diseño de distribución en línea con SLP | Es el diseño de un nuevo flujo de procesos productivos en una planta con una disposición de máquinas de manera planificada para producir en línea, planteada a través de la metodología SLP. | Procesos | Cantidad de procesos |
| | | Metodología SLP | Cantidad de pasos implementados |
| Capacidad de producción | Es el máximo nivel productivo de una planta expresado en la cantidad de los productos terminados en un determinado tiempo. | Recurso humano | Horas-hombre |
| | | Productividad | Batches por hora-hombre |
| | | Tiempos de ciclo | Índice de minutos por batch |

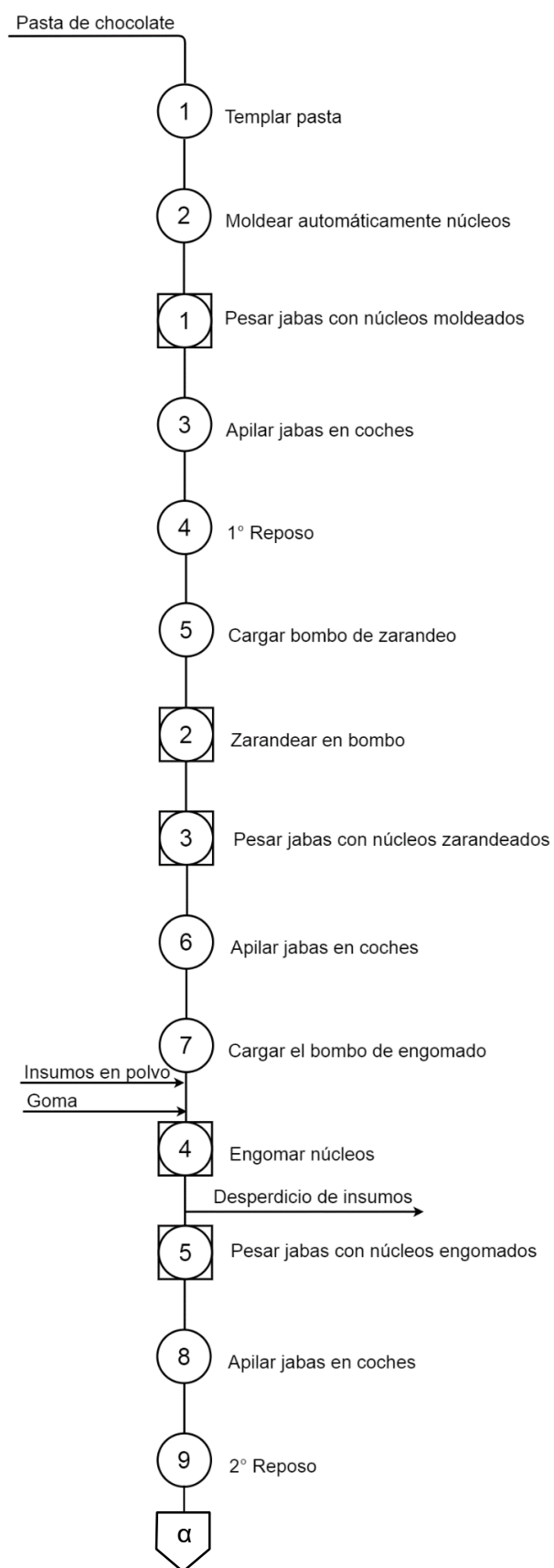
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 3. Checklist de implementación SLP

| Pasos | Herramienta | Estado | Observación |
|---|--|---------------|--|
| Paso 1: Diagrama relacional gráfico | Diagrama relacional gráfico | Completo | Se registraron las zonas involucradas y se calificaron las relaciones. |
| Paso 2: Necesidad de espacio | Cálculo del área requerida | Completo | El área a emplear es la delimitada por la planta. |
| Paso 3: Diagrama relacional representado | Diagrama relacional representado | Completo | Se representó el diagrama según la disposición inicial y de la propuesta para cada zona. |
| Paso 4: Relaciones de espacios | Boceto de la distribución | Completo | Se realizó el boceto y la representación de los equipos en la propuesta de distribución. |
| Paso 5: Distribuciones alternas | Boceto de distribuciones alternas | Sin completar | No se registraron distribuciones alternas debido a que se considera la propuesta como la más óptima. |
| Paso 6: Instalación de la distribución | Documento de especificaciones técnicas | Sin completar | El presente estudio no abarca la implementación del diseño propuesto. |
| Pasos implementados | | 4 | Pasos completados |

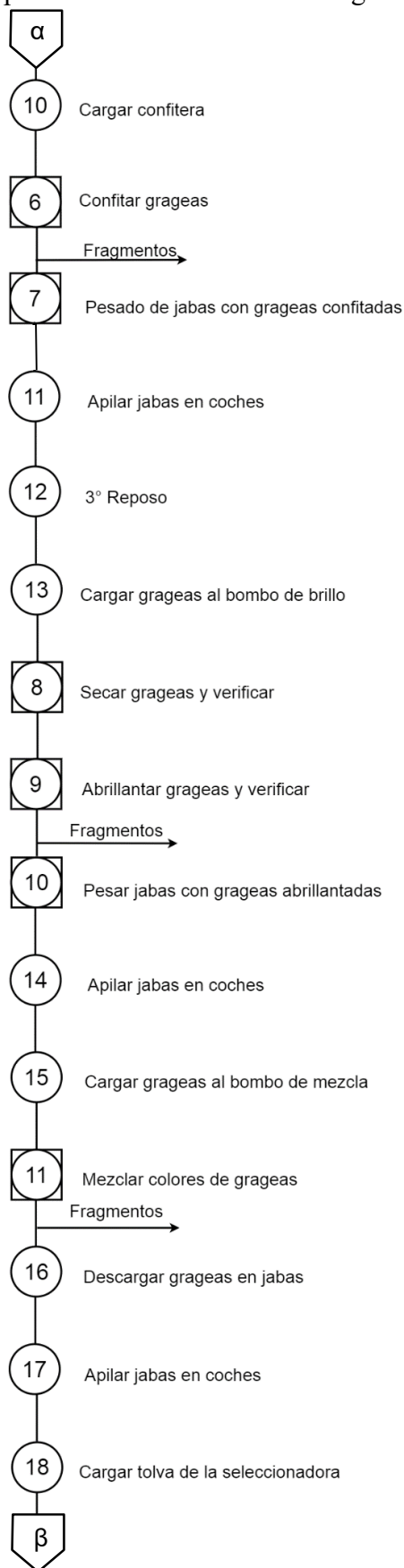
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 4. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (I)



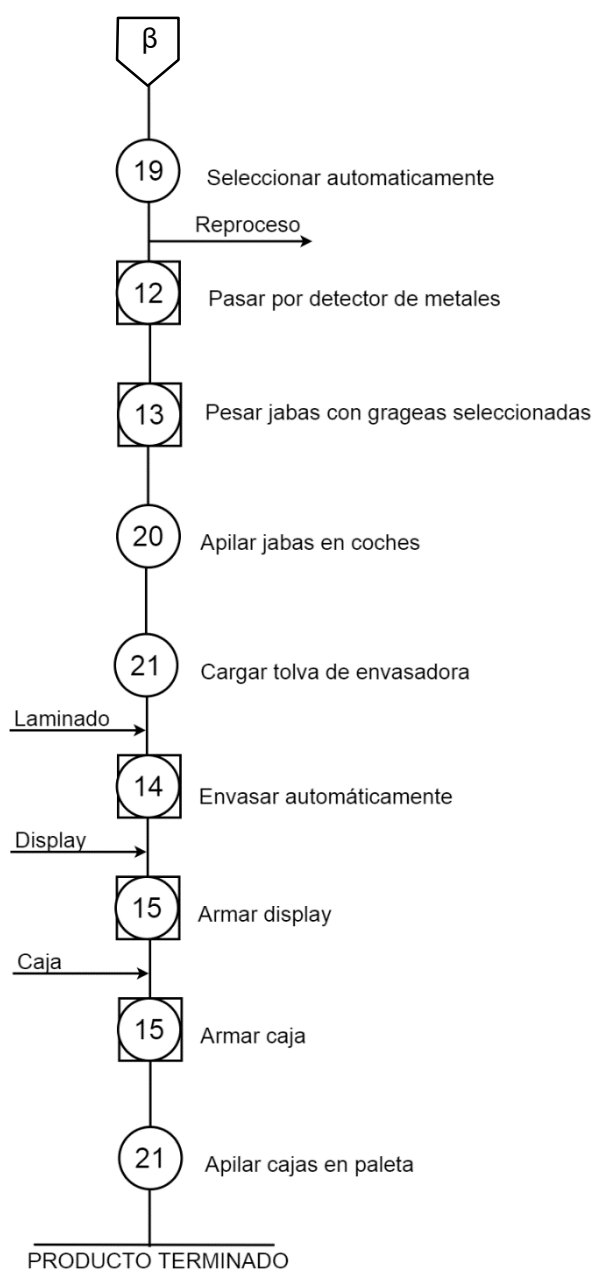
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 5. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (II)



Nota. Autoría propia.

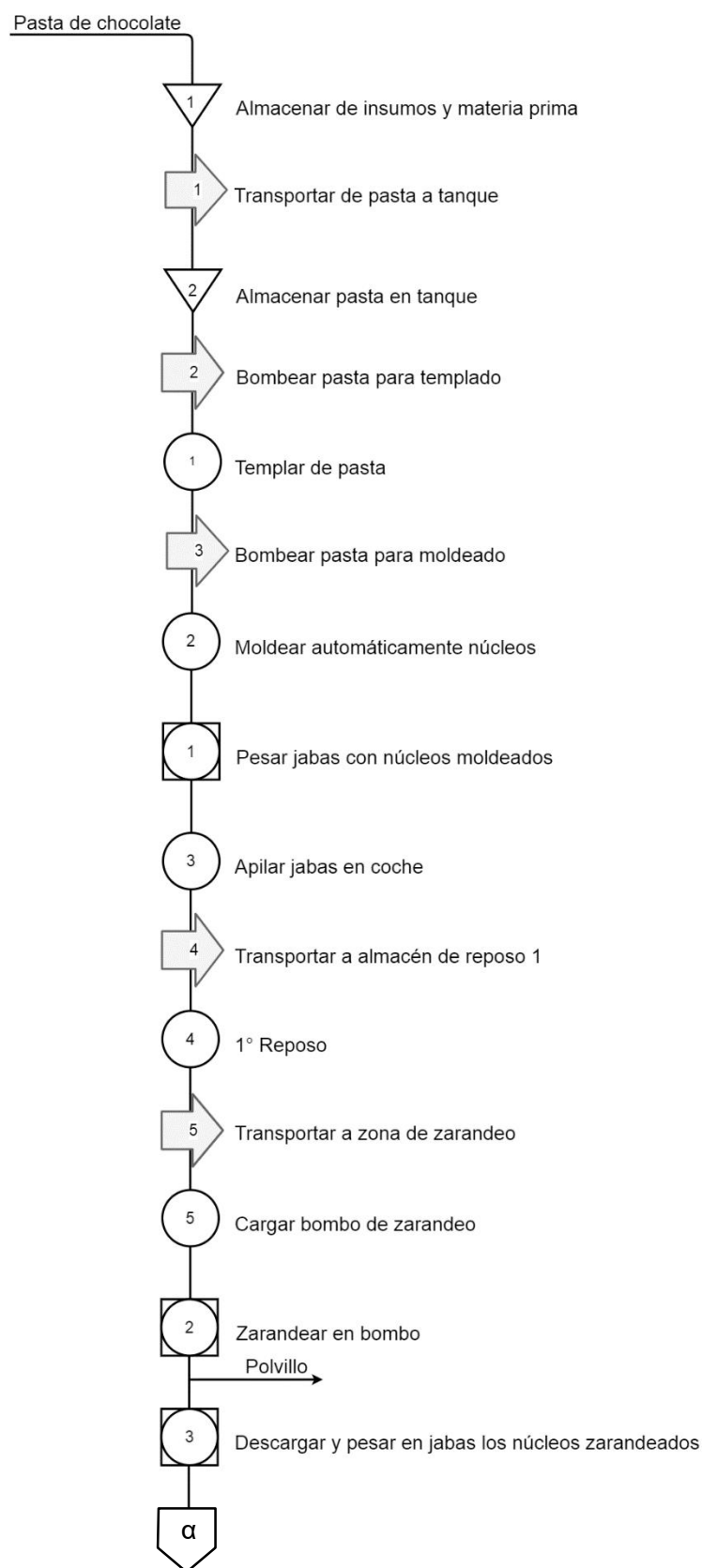
Anexo N° 6. Diagrama de Operaciones del Proceso de Grageas (DOP) (III)



| Símbolo | Actividad | Cantidad |
|---------|------------|----------|
| ○ | Operación | 21 |
| □ | Inspección | 0 |
| ◻ | Combinada | 15 |

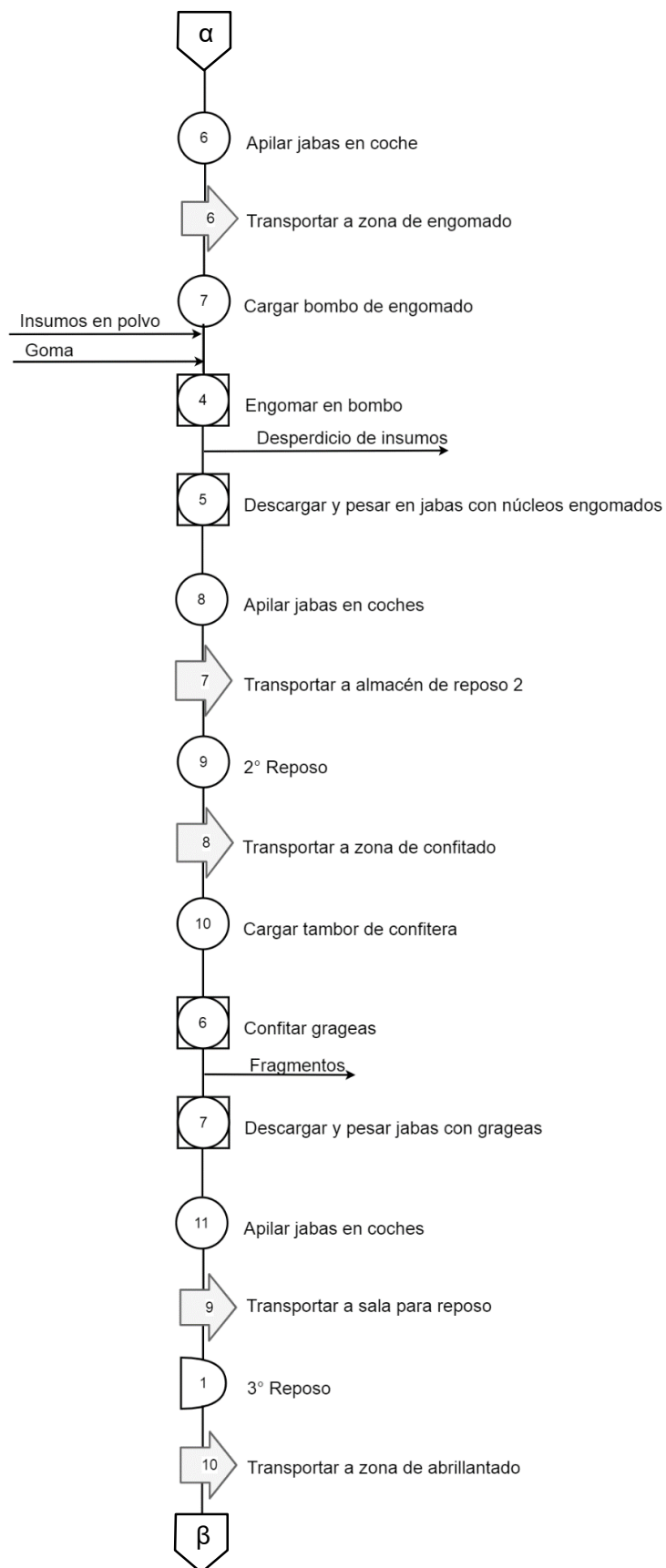
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 7. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (I)



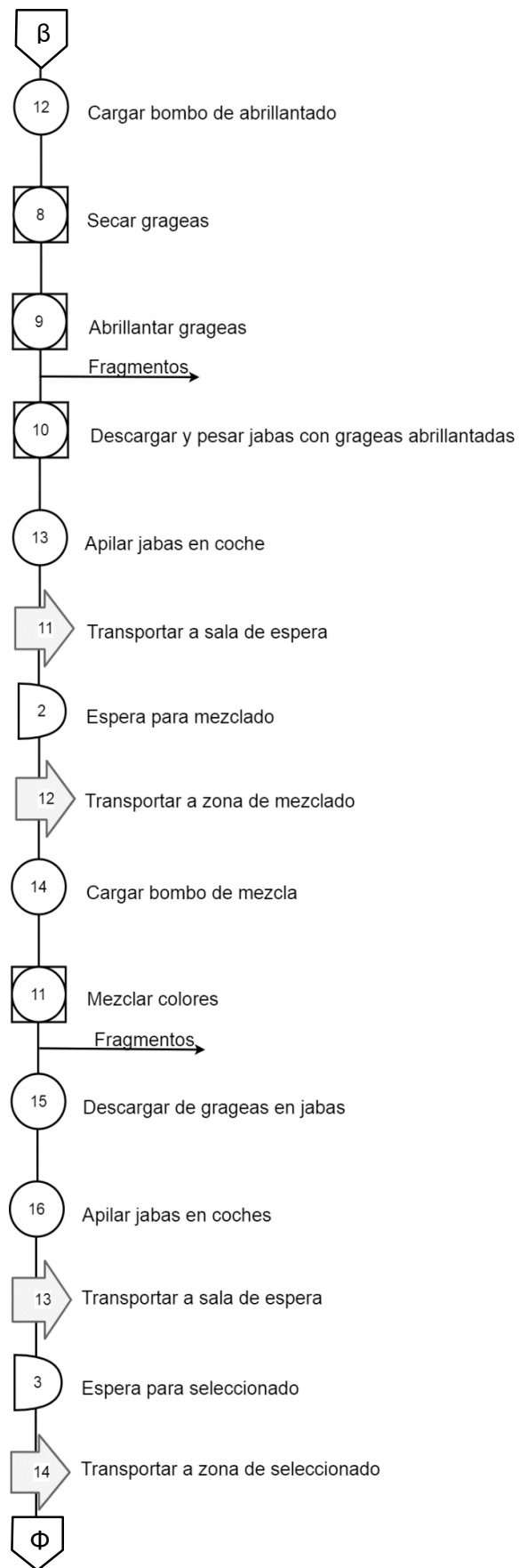
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 8. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (II)



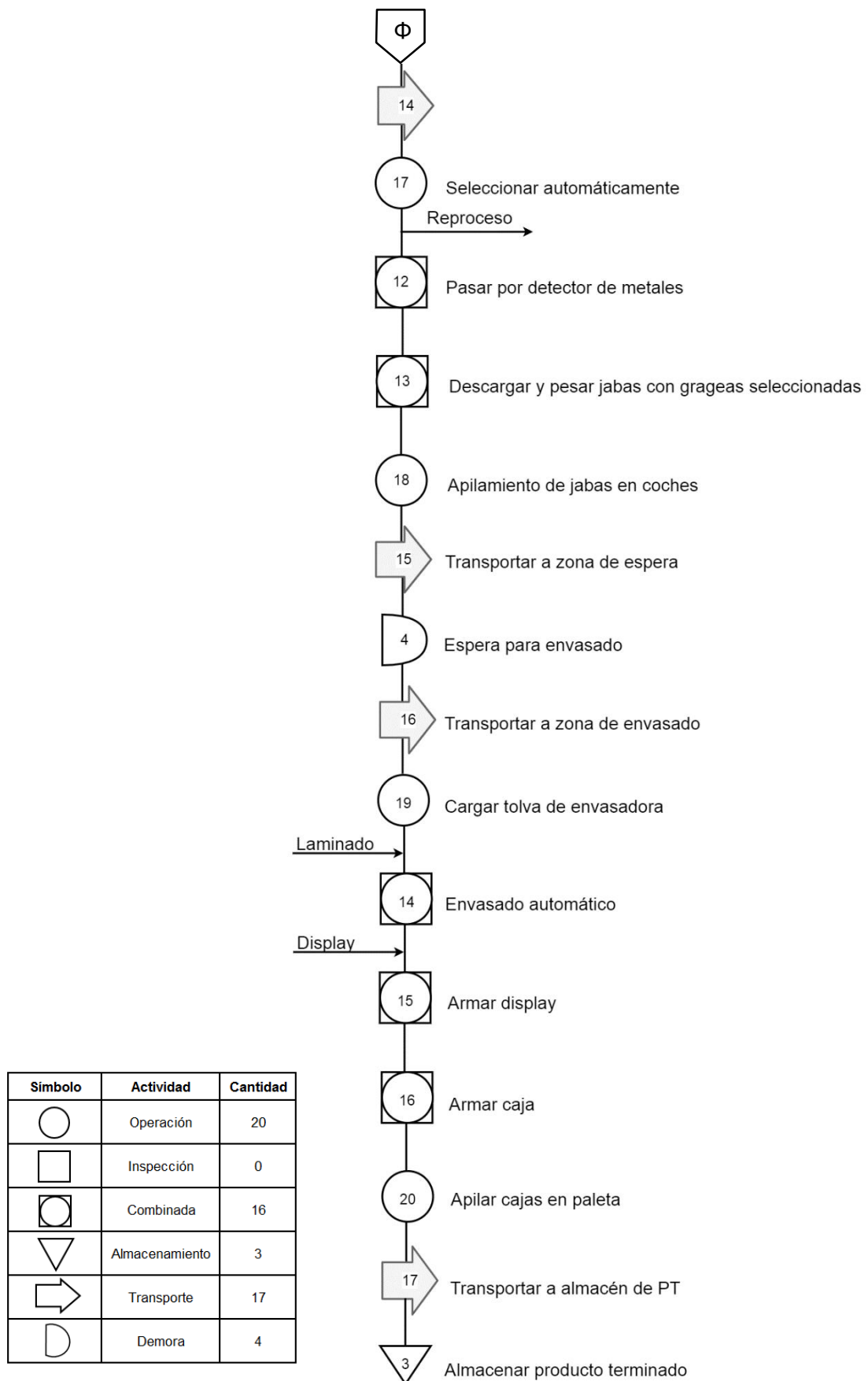
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 9. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (III)



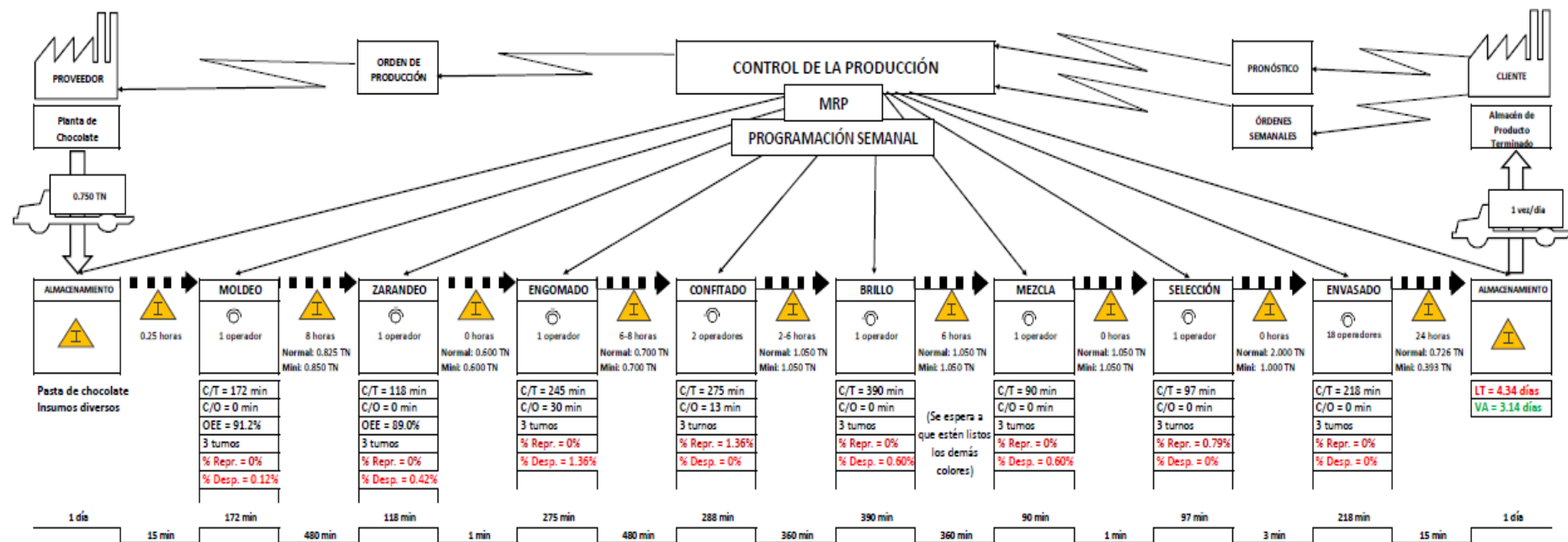
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 10. Diagrama de Análisis del Proceso de Grageas (DAP) (IV)



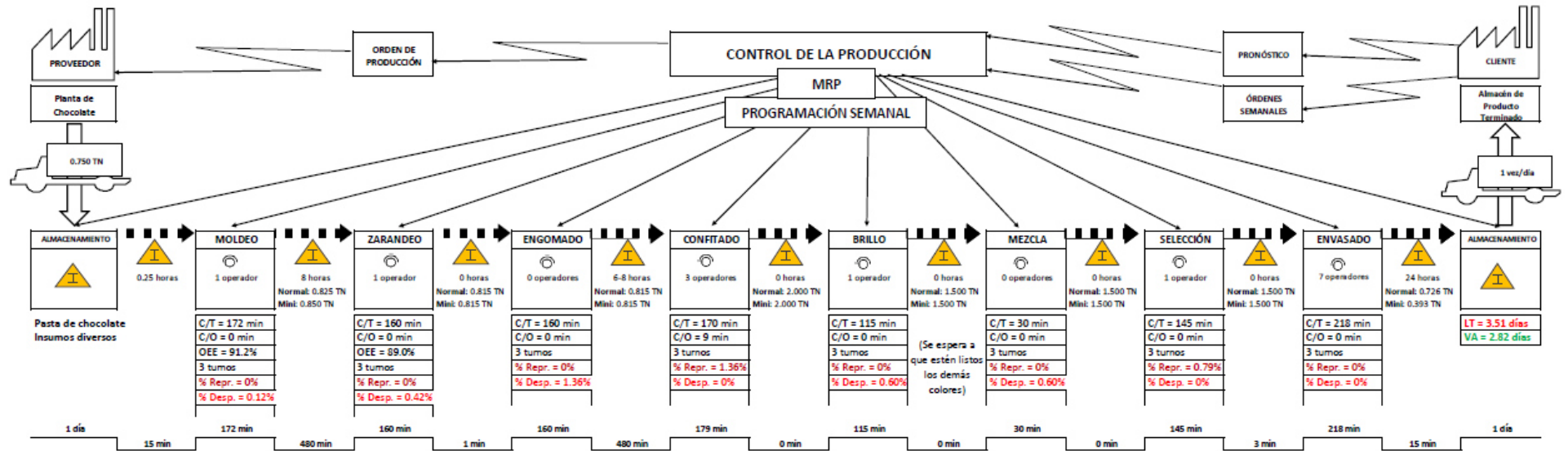
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 11. Mapa de Flujo de Valor de la Distribución Inicial



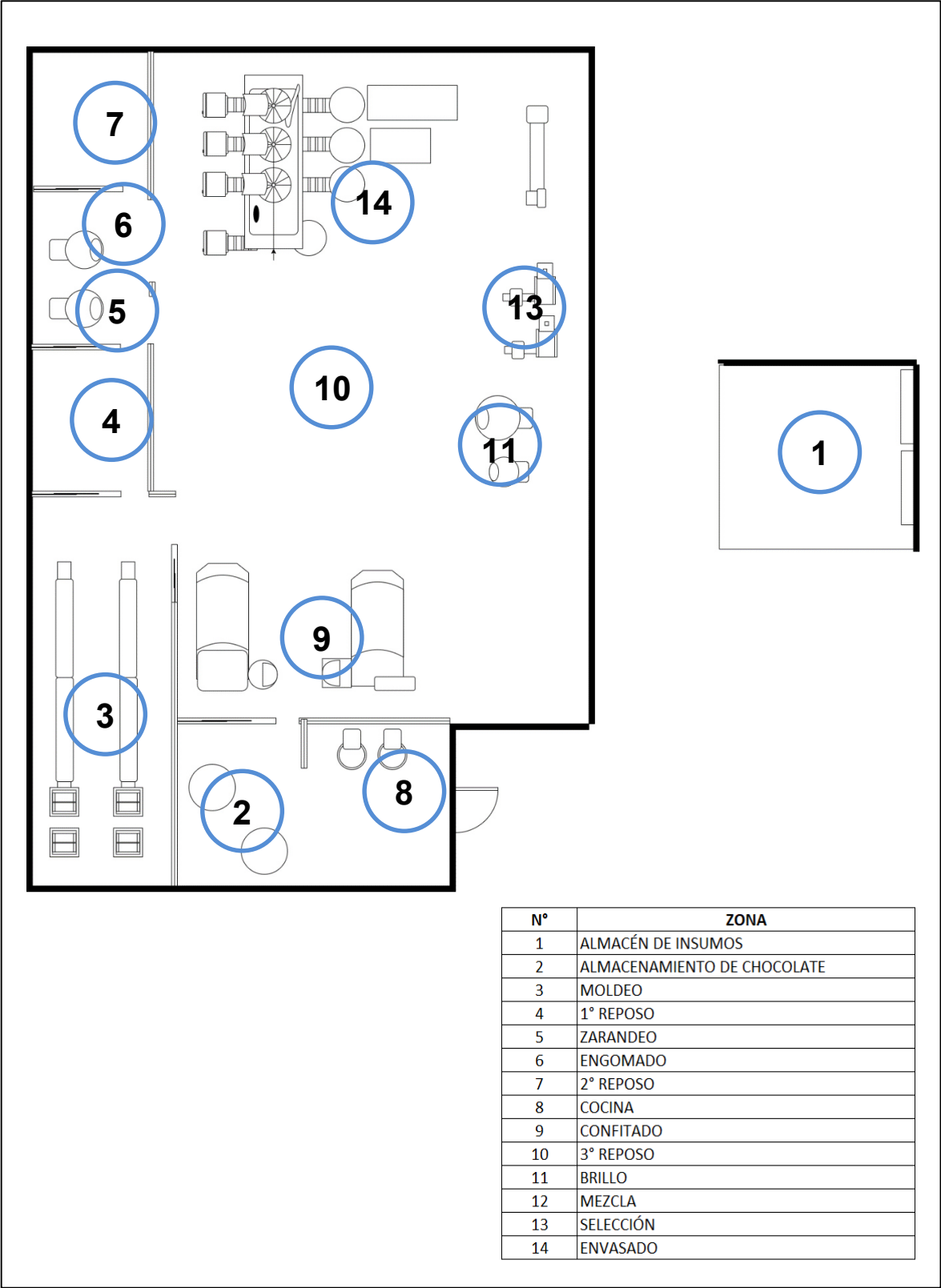
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 12. Mapa de Flujo de Valor (VSM) de la Propuesta de Distribución



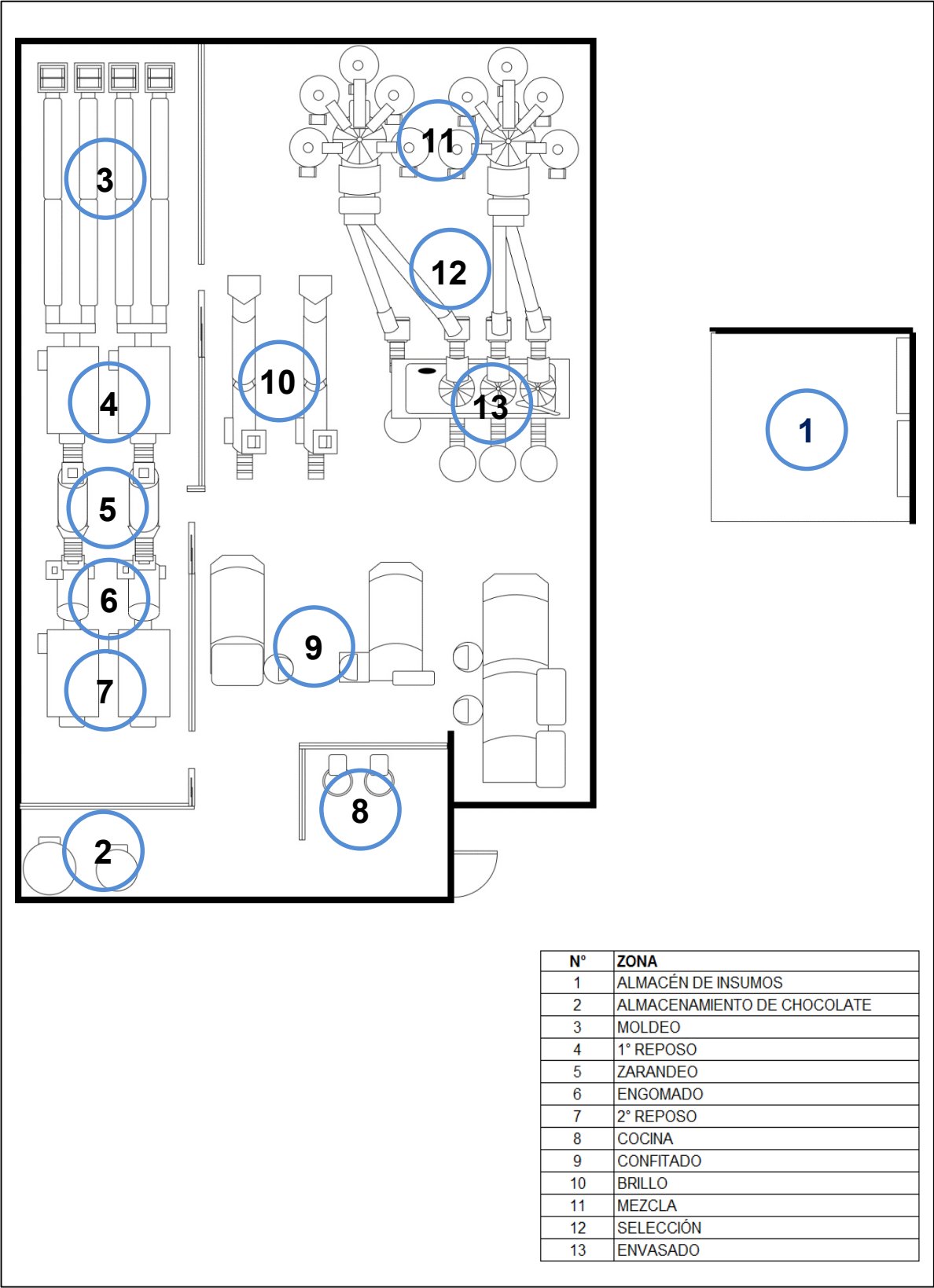
Nota. Autoría propia.

Anexo N° 13. Layout de la Distribución Inicial de la Planta de Grageas de Chocolate



Nota. Autoría propia.

Anexo N° 14. Layout de la Propuesta de Distribución en Línea de la Planta de Grageas de Chocolate



Nota. Autoría propia.

Anexo N° 15. Toma de tiempos del proceso de zarandeo

| Proceso: | Zarandeo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Actividad | Toma de tiempos (seg.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Transportar a zona de zarandeo | 60 | 50 | 60 | 57 | 60 | 60 | 55 | 51 | 57 | 55 | 58 | 50 | 60 | 55 | 55 | 58 | 53 | 60 | 54 | 59 | 52 | 53 | 61 | 51 | 60 |
| Cargar el bombo | 20 | 24 | 24 | 35 | 28 | 15 | 23 | 25 | 29 | 28 | 29 | 34 | 22 | 30 | 17 | 20 | 23 | 30 | 21 | 26 | 29 | 17 | 33 | 23 | 20 |
| Zarandeo | 690 | 720 | 719 | 694 | 692 | 693 | 704 | 720 | 691 | 696 | 717 | 697 | 710 | 699 | 716 | 708 | 711 | 702 | 701 | 708 | 696 | 694 | 718 | 705 | 698 |
| Descargar y pesar | 42 | 48 | 57 | 52 | 64 | 37 | 53 | 55 | 37 | 53 | 55 | 49 | 60 | 53 | 57 | 62 | 54 | 38 | 46 | 40 | 57 | 61 | 50 | 53 | 46 |
| Tamizar | 290 | 329 | 293 | 206 | 237 | 212 | 291 | 299 | 320 | 243 | 310 | 212 | 274 | 232 | 270 | 278 | 248 | 247 | 322 | 229 | 318 | 244 | 310 | 271 | 271 |
| Apilar en coche | 4 | 4 | 6 | 6 | 8 | 6 | 10 | 8 | 5 | 6 | 8 | 5 | 5 | 8 | 6 | 8 | 9 | 8 | 5 | 7 | 6 | 4 | 4 | 10 | 4 |

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 16. Toma de tiempos del proceso de engomado

| Proceso: | Engomado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Actividad | Toma de tiempos (seg.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Transportar a zona de engomado | 62 | 50 | 51 | 50 | 59 | 56 | 54 | 62 | 59 | 57 | 61 | 50 | 58 | 50 | 53 | 59 | 59 | 57 | 52 | 51 | 55 | 54 | 56 | 54 | 55 |
| Cargar el bombo | 19 | 21 | 24 | 20 | 29 | 29 | 9 | 16 | 13 | 17 | 23 | 13 | 11 | 11 | 14 | 9 | 9 | 18 | 16 | 29 | 22 | 19 | 14 | 22 | 9 |
| Engomado | 3436 | 3442 | 3449 | 3467 | 3471 | 3449 | 3454 | 3455 | 3463 | 3483 | 3444 | 3457 | 3457 | 3467 | 3455 | 3460 | 3466 | 3466 | 3188 | 3167 | 3171 | 3173 | 3169 | 3169 | 3173 |
| Pesar y tamizar | 96 | 101 | 78 | 87 | 101 | 101 | 83 | 80 | 80 | 80 | 93 | 92 | 97 | 92 | 84 | 90 | 99 | 90 | 92 | 86 | 91 | 88 | 96 | 91 | 86 |
| Apilar en coche | 10 | 6 | 5 | 8 | 8 | 5 | 9 | 9 | 14 | 15 | 5 | 4 | 11 | 5 | 7 | 5 | 9 | 14 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 6 | 5 |
| Transportar a zona de 2° Reposo | 52 | 50 | 50 | 57 | 51 | 50 | 52 | 60 | 53 | 55 | 55 | | 60 | 51 | 54 | 53 | 62 | 58 | 52 | 57 | 55 | 56 | 52 | 50 | 56 |

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 17. Toma de tiempos del proceso de abrillantado

| Proceso: | Abrillantado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Actividad | Toma de tiempos (seg.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Transporte a zona de abrillantado | 18 | 17 | 13 | 20 | 19 | 13 | 17 | 13 | 11 | 17 | 15 | 19 | 10 | 20 | 13 | 14 | 15 | 19 | 14 | 16 | 12 | 11 | 11 | 11 | 13 |
| Cargar bombo | 16 | 16 | 30 | 31 | 17 | 34 | 33 | 24 | 24 | 24 | 34 | 36 | 16 | 22 | 26 | 32 | 23 | 34 | 45 | 47 | 23 | 22 | 37 | 25 | 21 |
| Secado automático | 4800 | 4667 | 4754 | 4663 | 4548 | 4700 | 4642 | 4585 | 4738 | 4755 | 4585 | 4717 | 4544 | 4654 | 4668 | 4750 | 4778 | 4616 | 4621 | 4652 | 4551 | 4733 | 4576 | 4703 | 4639 |
| Abrillantar | 2442 | 2490 | 2077 | 2378 | 2387 | 2372 | 2051 | 2012 | 2409 | 2014 | 2205 | 2036 | 2208 | 2159 | 2424 | 2106 | 2230 | 2427 | 2271 | 2088 | 2272 | 2360 | 2127 | 2373 | 2115 |
| Descargar | 41 | 43 | 39 | 48 | 33 | 44 | 33 | 34 | 32 | 33 | 44 | 33 | 37 | 38 | 47 | 45 | 38 | 46 | 36 | 36 | 34 | 38 | 48 | 43 | 41 |
| Tamizar | 100 | 246 | 230 | 373 | 344 | 323 | 338 | 314 | 308 | 315 | 335 | 322 | 367 | 332 | 323 | 332 | 306 | 348 | 315 | 310 | 368 | 338 | 327 | 370 | 332 |
| Apilar en coche | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 2 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 | 2 | 6 |
| Transportar a zona de espera | 16 | 16 | 13 | 13 | 13 | 15 | 13 | 13 | 16 | 16 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 14 | 15 | 14 | 15 | 14 | 14 | 15 | 16 | 14 | 15 |

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 18. Toma de tiempos del proceso de mezcla

| Proceso: | Mezcla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Actividad | Toma de tiempos (seg.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Transporte a zona de mezcla | 19 | 16 | 16 | 20 | 20 | 15 | 20 | 20 | 20 | 16 | 18 | 16 | 15 | 15 | 15 | 19 | 19 | 19 | 15 | 16 | 18 | 16 | 17 | 17 | 19 |
| Cargar bombo | 20 | 9 | 12 | 13 | 16 | 21 | 17 | 14 | 11 | 20 | 9 | 16 | 17 | 9 | 22 | 14 | 19 | 20 | 18 | 16 | 15 | 20 | 11 | 20 | 19 |
| Transportar coche a zona de espera | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Mezcla con 5 colores | 203 5 | 215 7 | 216 5 | 208 7 | 213 2 | 215 0 | 204 1 | 212 2 | 218 9 | 210 0 | 213 4 | 203 8 | 216 7 | 213 2 | 214 3 | 208 3 | 202 9 | 192 2 | 196 2 | 220 9 | 193 2 | 208 6 | 197 5 | 217 3 | 201 5 |
| Alistar jaba | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Descargar mezcla | 37 | 33 | 38 | 16 | 15 | 36 | 29 | 39 | 26 | 35 | 15 | 32 | 21 | 15 | 31 | 16 | 43 | 34 | 34 | 22 | 28 | 43 | 43 | 34 | 18 |
| Tamizar | 143 | 137 | 154 | 142 | 143 | 152 | 137 | 143 | 142 | 137 | 155 | 160 | 144 | 146 | 143 | 143 | 141 | 147 | 152 | 146 | 145 | 138 | 139 | 154 | 146 |
| Cerrar jaba | 11 | 7 | 6 | 12 | 11 | 7 | 6 | 12 | 9 | 16 | 16 | 16 | 16 | 11 | 6 | 13 | 8 | 8 | 15 | 6 | 10 | 12 | 6 | 12 | 12 |
| Transportar coche a zona de espera | 44 | 54 | 40 | 35 | 47 | 52 | 37 | 53 | 54 | 36 | 33 | 54 | 38 | 55 | 41 | 55 | 41 | 49 | 51 | 34 | 47 | 43 | 48 | 42 | 35 |

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 19. Cuadro de Balance de Línea de la Distribución Inicial

| Proceso | Tiempo de operación | | | | | Características del proceso | | | | Cálculo de proceso | | | | Recurso Humano | | | | Productividad por turno (Batch/Hr-Hb) |
|--------------|---------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------|--------------|------|---------------------------------------|
| | Carga (Min) | Proceso (Min) | Descarga (Min) | Adicional (Min) | Alistamientos / aseo (Min) | Tiempo total de operación (Min/Turno) | Capacidad teórica (Kg/Turno) | Velocidad (Kg/Min) | Tiempo programado (Min/Turno) | Capacidad de producción (Kg/Turno) | Equivalencia (Kg/Batch) | Producción (Batch/Turno) | Tiempo de ciclo (Min/Batch) | Cantidad de personas | Horas-Hombre | Costo de MOD | | |
| Moldeado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeadora 1 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 375 | 0.78 | 480 | 375.0 | 600 | 0.63 | 768.00 | | | | | |
| Moldeadora 2 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 450 | 0.94 | 480 | 450.0 | 600 | 0.75 | 640.00 | | | | | |
| | | | | | | | 825 | 1.72 | 480 | 825.0 | 600 | 1.38 | 349.09 | | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeadora 3 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 450 | 0.94 | 480 | 450.0 | 600 | 0.75 | 640.00 | | | | | |
| Moldeadora 4 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 400 | 0.83 | 480 | 400.0 | 600 | 0.67 | 720.00 | | | | | |
| | | | | | | | 850 | 1.77 | 480 | 850.0 | 600 | 1.42 | 338.82 | | | | | |
| | | | | | | | | 3.49 | 480 | 1675.0 | 600 | 2.79 | 171.94 | 1.0 | 8.00 | S/ 168.00 | 0.35 | |
| Reposo 1 | 0 | 480 | 0 | 0 | 0 | 480 | 1675 | 3.49 | 480 | 1675.0 | 600 | 2.79 | 171.94 | | | | | |
| Zarandeo | 13 | 11 | 32 | 3 | 30 | 88 | 600 | 6.81 | 120 | 817.0 | 600 | 1.36 | 88.13 | 1.0 | 2.00 | S/ 42.00 | 0.68 | |
| Engomado | 9 | 97 | 8 | 40 | 60 | 215 | 700 | 3.26 | 275 | 897.0 | 700 | 1.28 | 214.60 | 1.0 | 4.58 | S/ 96.25 | 0.28 | |
| Reposo 2 | 0 | 360 | 0 | 0 | 0 | 360 | 673 | 1.87 | 480 | 897.0 | 700 | 1.28 | 374.57 | | | | | |
| Confitado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confitera 1 | 30 | 480 | 20 | 0 | 14 | 544 | 1000 | 1.84 | 480 | 882.6 | 1000 | 0.88 | 543.85 | 1.5 | 12.00 | S/ 252.00 | 0.07 | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confitera 2 | 30 | 540 | 20 | 0 | 18 | 608 | 1000 | 1.64 | 480 | 789.5 | 1000 | 0.79 | 608.00 | 1.5 | 12.00 | S/ 252.00 | 0.07 | |
| | | | | | | | 2000 | 3.48 | 480 | 1672.1 | 1000 | 1.67 | 287.07 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-----|-----|---|----|-----|------|-------|-----|--------|-------|------|---------------|-----|-------|-----------|------|
| Reposo 3 | 0 | 180 | 0 | 0 | 0 | 180 | 1672 | 9.29 | 180 | 1672.1 | 1000 | 1.67 | 107.65 | | | | |
| Brillo y mezcla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 0 | 301 | 0 | 0 | 0 | 301 | 400 | 1.33 | 480 | 637.9 | 1000 | 0.64 | 752.50 | | | | |
| Mini | 0 | 301 | 0 | 0 | 0 | 301 | 400 | 1.33 | 480 | 637.9 | 1000 | 0.64 | 752.50 | | | | |
| | 0 | 301 | 0 | 0 | 0 | 301 | 800 | 2.66 | 480 | 1275.7 | 1000 | 1.28 | 376.25 | 1.0 | 8.00 | S/ 168.00 | 0.16 |
| Selección | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seleccionadora 1 | 0 | 0 | 435 | 0 | 0 | 435 | 2500 | 5.75 | 435 | 2500.0 | 1000 | 2.50 | 174.00 | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seleccionadora 2 | 0 | 0 | 435 | 0 | 0 | 435 | 2000 | 4.60 | 435 | 2000.0 | 1000 | 2.00 | 217.50 | | | | |
| | | | | | | | 4500 | 10.34 | 435 | 4500.0 | 1000 | 4.50 | 96.67 | 1.0 | 7.25 | S/ 152.25 | 0.62 |
| Envasado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Envasadora 1 | 0 | 0 | 412 | 0 | 20 | 432 | 172 | 0.40 | 435 | 173.2 | 175.0 | 0.99 | 439.53 | 1.0 | 7.25 | S/ 152.25 | 0.14 |
| Envasadora 2 | 0 | 0 | 410 | 0 | 20 | 430 | 221 | 0.51 | 435 | 223.6 | 225.0 | 0.99 | 437.78 | 2.0 | 14.50 | S/ 304.50 | 0.07 |
| | | | | | | | 393 | 0.91 | 435 | 396.8 | 400.0 | 0.99 | 438.55 | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Envasadora 3 | 0 | 0 | 415 | 0 | 20 | 435 | 219 | 0.50 | 435 | 219.0 | 220.0 | 1.00 | 436.99 | 3.0 | 21.75 | S/ 456.75 | 0.05 |
| Envasadora 4 | 0 | 0 | 413 | 0 | 20 | 433 | 507 | 1.17 | 435 | 509.3 | 510.0 | 1.00 | 435.56 | 3.0 | 21.75 | S/ 456.75 | 0.05 |
| | | | | | | | 726 | 1.67 | 435 | 728.3 | 730.0 | 1.00 | 435.99 | | | | |
| | | | | | | | | 2.59 | 435 | 1125.1 | 565.0 | 1.99 | 218.45 | | | | |

Nota. Autoría propia.

Anexo N° 20. Cuadro de Balance de Línea de la Propuesta de Distribución en Línea

| Proceso | Tiempo de operación | | | | | Características del proceso | | | | Cálculo de proceso | | | | Recurso Humano | | | |
|-----------------|---------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------|--------------|---------------------------------------|
| | Carga (Min) | Proceso (Min) | Descarga (Min) | Adicional (Min) | Alistamientos / aseo (Min) | Tiempo total de operación (Min/Turno) | Capacidad teórica (Kg/Turno) | Velocidad (Kg/Min) | Tiempo programado (Min/Turno) | Capacidad de producción (Kg/Turno) | Equivalencia (Kg/Batch) | Producción (Batch/Turno) | Tiempo de ciclo (Min/Batch) | Cantidad de personas | Horas-Hombre | Costo de MOD | Productividad por turno (Batch/Hr-Hb) |
| Moldeado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeadora 1 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 375 | 0.78 | 480 | 375.0 | 600.0 | 0.63 | 768.00 | | | | |
| Moldeadora 2 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 450 | 0.94 | 480 | 450.0 | 600.0 | 0.75 | 640.00 | | | | |
| | | | | | | | 825 | 1.72 | 480 | 825.0 | 600.0 | 1.38 | 349.09 | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moldeadora 3 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 450 | 0.94 | 480 | 450.0 | 600.0 | 0.75 | 640.00 | | | | |
| Moldeadora 4 | 0 | 452 | 0 | 0 | 28 | 480 | 400 | 0.83 | 480 | 400.0 | 600.0 | 0.67 | 720.00 | | | | |
| | | | | | | | 850 | 1.77 | 480 | 850.0 | 600.0 | 1.42 | 338.82 | | | | |
| | | | | | | | | 3.49 | 480 | 1675.0 | 600.0 | 2.79 | 171.94 | 1.0 | 8.00 | S/ 168.00 | 0.35 |
| Reposo 1 | 0 | 240 | 0 | 0 | 0 | 240 | 838 | 3.49 | 480 | 1675.0 | 600.0 | 2.79 | 171.94 | | | | |
| Zarandeo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zarandeador 1 | 0 | 435 | 0 | 0 | 45 | 480 | 900 | 1.88 | 435 | 815.6 | 600.0 | 1.36 | 320.00 | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zarandeador 2 | 0 | 435 | 0 | 0 | 45 | 480 | 900 | 1.88 | 435 | 815.6 | 600.0 | 1.36 | 320.00 | | | | |
| | | | | | | | 900 | 3.75 | 435 | 1631.3 | 600.0 | 2.72 | 160.00 | 0.5 | 3.63 | S/ 76.13 | 0.75 |
| Engomado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Engomador 1 | 0 | 435 | 0 | 0 | 45 | 480 | 1050 | 2.19 | 435 | 951.6 | 700.0 | 1.36 | 320.00 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|-----|-----|----|----|-----|------|------|-----|--------|--------|------|--------|-----|-------|-----------|------|--|
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Engomador 2 | 0 | 435 | 0 | 0 | 45 | 480 | 1050 | 2.19 | 435 | 951.6 | 700.0 | 1.36 | 320.00 | | | | | |
| | | | | | | | 2100 | 4.38 | 435 | 1903.1 | 700.0 | 2.72 | 160.00 | 0.5 | 3.63 | S/ 76.13 | 0.75 | |
| Reposo 2 | 0 | 180 | 0 | 0 | 0 | 180 | 788 | 4.38 | 480 | 2100.0 | 700.0 | 3.00 | 160.00 | | | | | |
| Confitado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confitera 1 | 30 | 600 | 20 | 14 | 50 | 714 | 1000 | 1.40 | 480 | 672.4 | 1000.0 | 0.67 | 713.85 | 1.3 | 10.67 | S/ 224.00 | 0.06 | |
| Confitera 2 | 30 | 600 | 20 | 18 | 50 | 718 | 1000 | 1.39 | 480 | 668.5 | 1000.0 | 0.67 | 718.00 | 1.3 | 10.67 | S/ 224.00 | 0.06 | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confitera 3 | 30 | 600 | 20 | 18 | 50 | 718 | 2000 | 2.79 | 480 | 1337.0 | 1000.0 | 1.34 | 359.00 | 1.3 | 10.67 | S/ 224.00 | 0.13 | |
| | | | | | | | 4000 | 5.58 | 480 | 2678.0 | 1000.0 | 2.68 | 179.24 | | | | | |
| Brillo y mezcla | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mezclador 1 | 0 | 420 | 0 | 0 | 15 | 435 | 1500 | 3.45 | 435 | 1500.0 | 1000.0 | 1.50 | 290.00 | | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mezclador 2 | 0 | 420 | 0 | 0 | 15 | 435 | 1500 | 3.45 | 435 | 1500.0 | 1000.0 | 1.50 | 290.00 | | | | | |
| | | | | | | | 435 | 6.90 | 435 | 3000.0 | 1000.0 | 3.00 | 145.00 | 0.5 | 3.63 | S/ 76.13 | 0.83 | |
| Selección | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seleccionadora 1 | 0 | 0 | 435 | 0 | 0 | 435 | 1500 | 3.45 | 435 | 1500.0 | 1000.0 | 1.50 | 290.00 | | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seleccionadora 2 | 0 | 0 | 435 | 0 | 0 | 435 | 1500 | 3.45 | 435 | 1500.0 | 1000.0 | 1.50 | 290.00 | | | | | |
| | | | | | | | 3000 | 6.90 | 435 | 3000.0 | 1000.0 | 3.00 | 145.00 | 0.5 | 3.63 | S/ 76.13 | 0.83 | |
| Envasado | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mini | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Envasadora 1 | 0 | 0 | 412 | 0 | 20 | 432 | 172 | 0.40 | 435 | 173.2 | 175.0 | 0.99 | 439.53 | 1.0 | 7.25 | S/ 152.25 | 0.14 | |
| Envasadora 2 | 0 | 0 | 410 | 0 | 20 | 430 | 221 | 0.51 | 435 | 223.6 | 225.0 | 0.99 | 437.78 | 2.0 | 14.50 | S/ 304.50 | 0.07 | |
| | | | | | | | 393 | 0.91 | 435 | 396.8 | 400.0 | 0.99 | 438.55 | | | | | |

| Normal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---|-----|---|----|-----|-----|------|-----|--------|-------|------|--------|-----|-------|-----------|------|
| Envasadora 3 | 0 | 0 | 415 | 0 | 20 | 435 | 219 | 0.50 | 435 | 219.0 | 220.0 | 1.00 | 436.99 | 2.0 | 14.50 | S/ 304.50 | 0.07 |
| Envasadora 4 | 0 | 0 | 413 | 0 | 20 | 433 | 507 | 1.17 | 435 | 509.3 | 510.0 | 1.00 | 435.56 | 2.0 | 14.50 | S/ 304.50 | 0.07 |
| | | | | | | | 726 | 1.67 | 435 | 728.3 | 730.0 | 1.00 | 435.99 | | | | |
| | | | | | | | | 2.59 | 435 | 1125.1 | 565.0 | 1.99 | 218.45 | | | | |

Nota. Autoría propia.